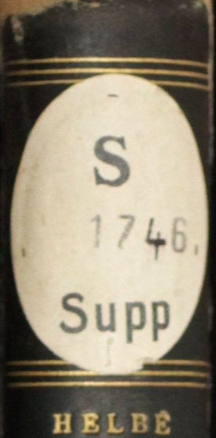
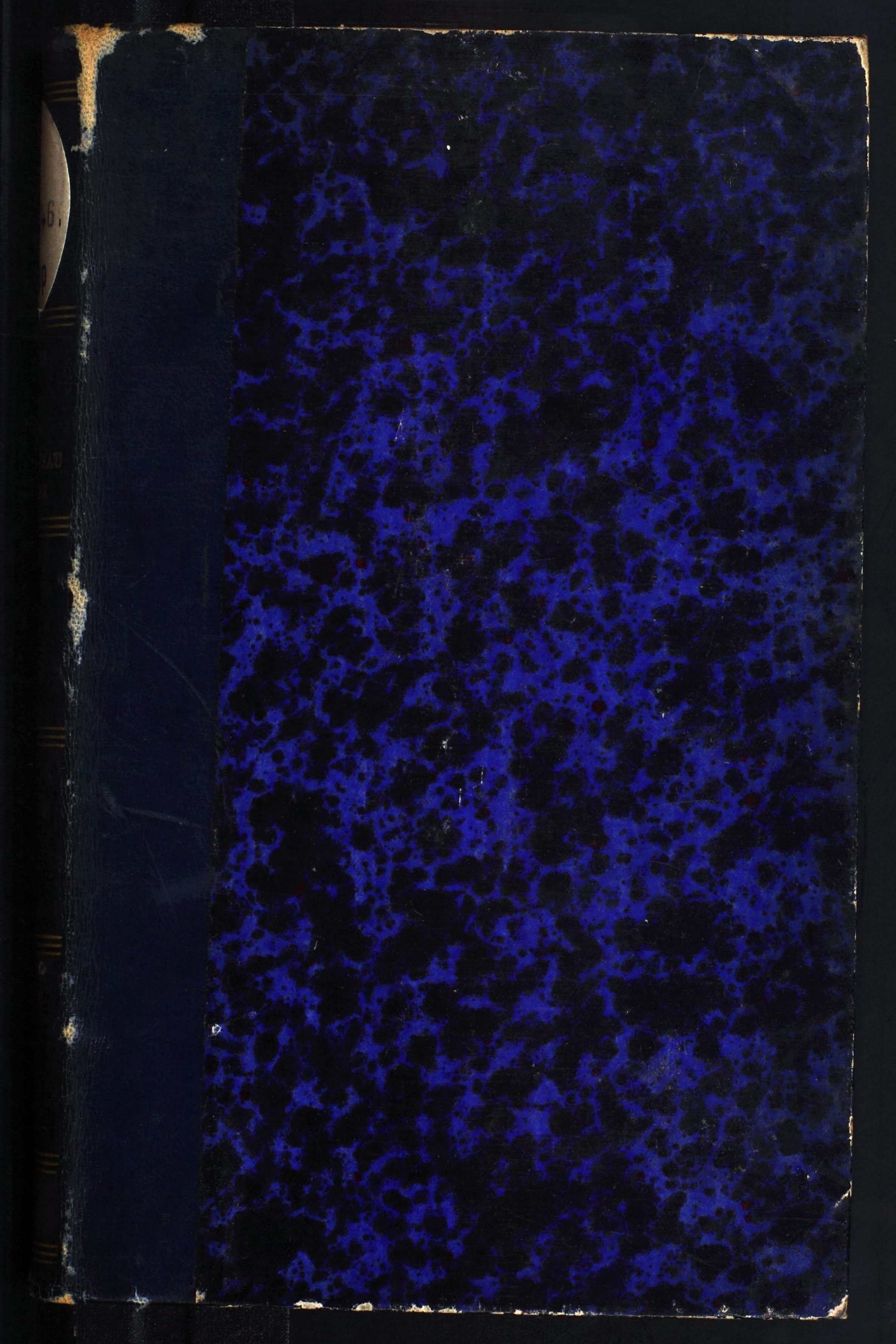


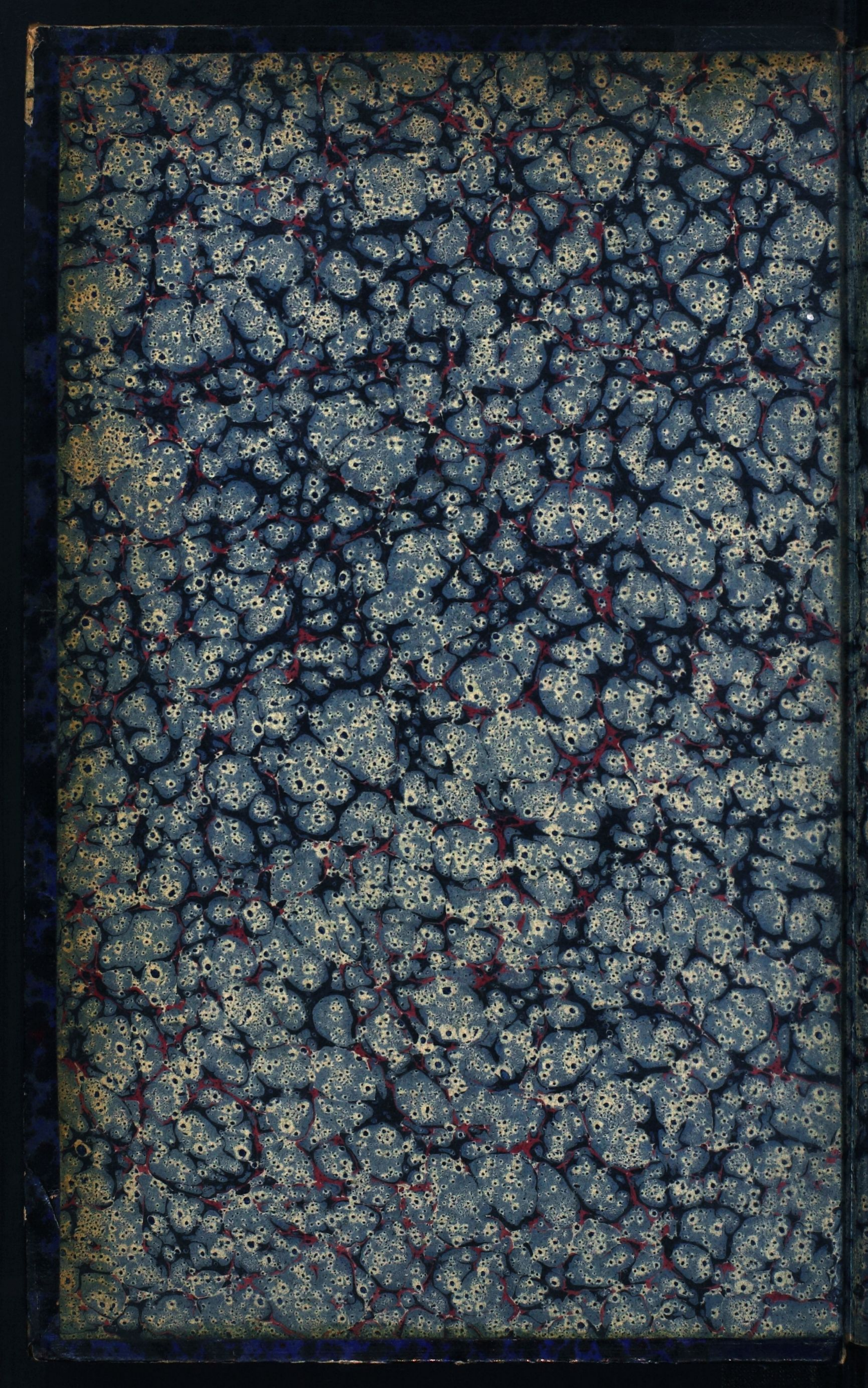
HELBÉ

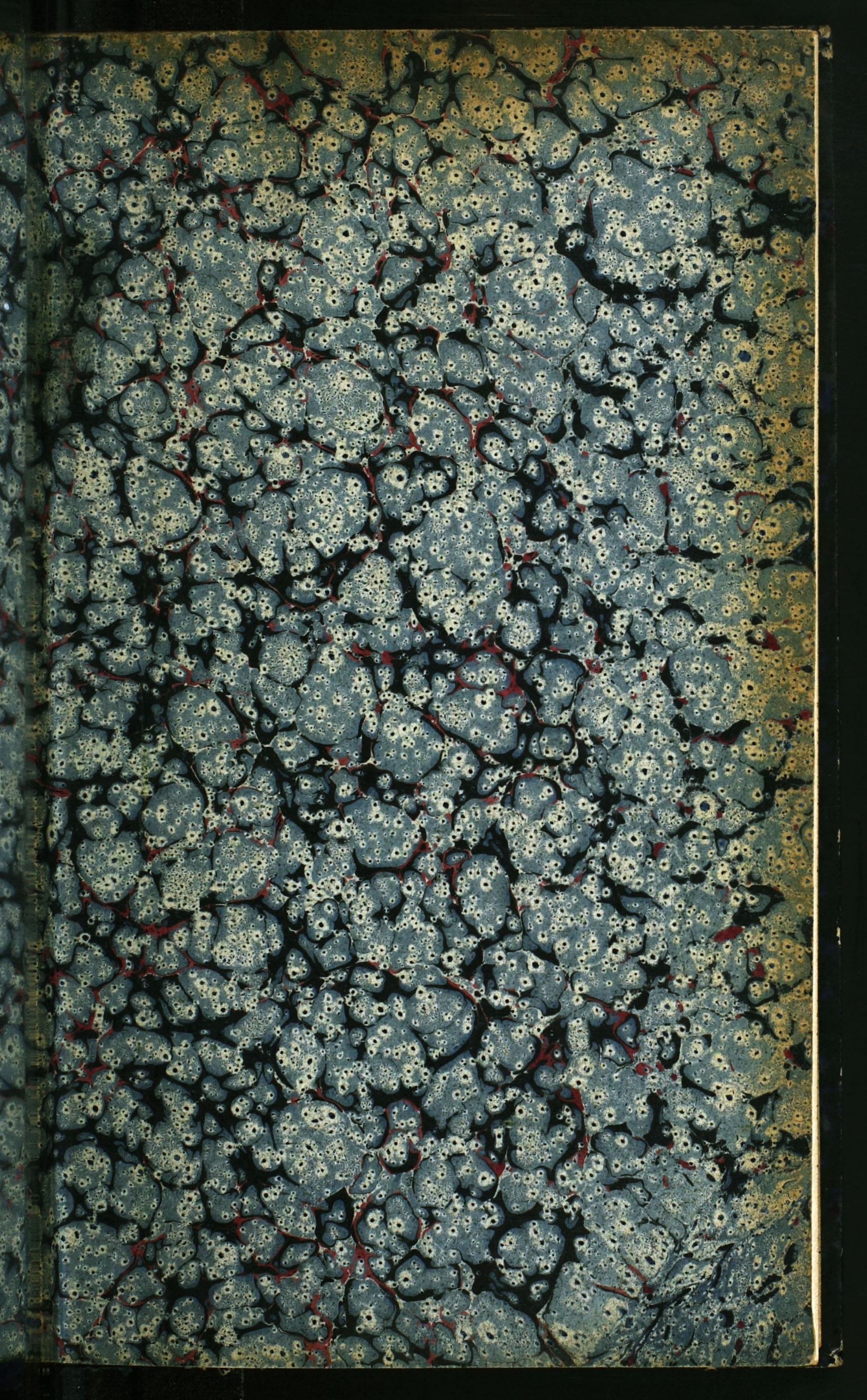
HISTOIRE D'UN MORCEAU DE SUCRE





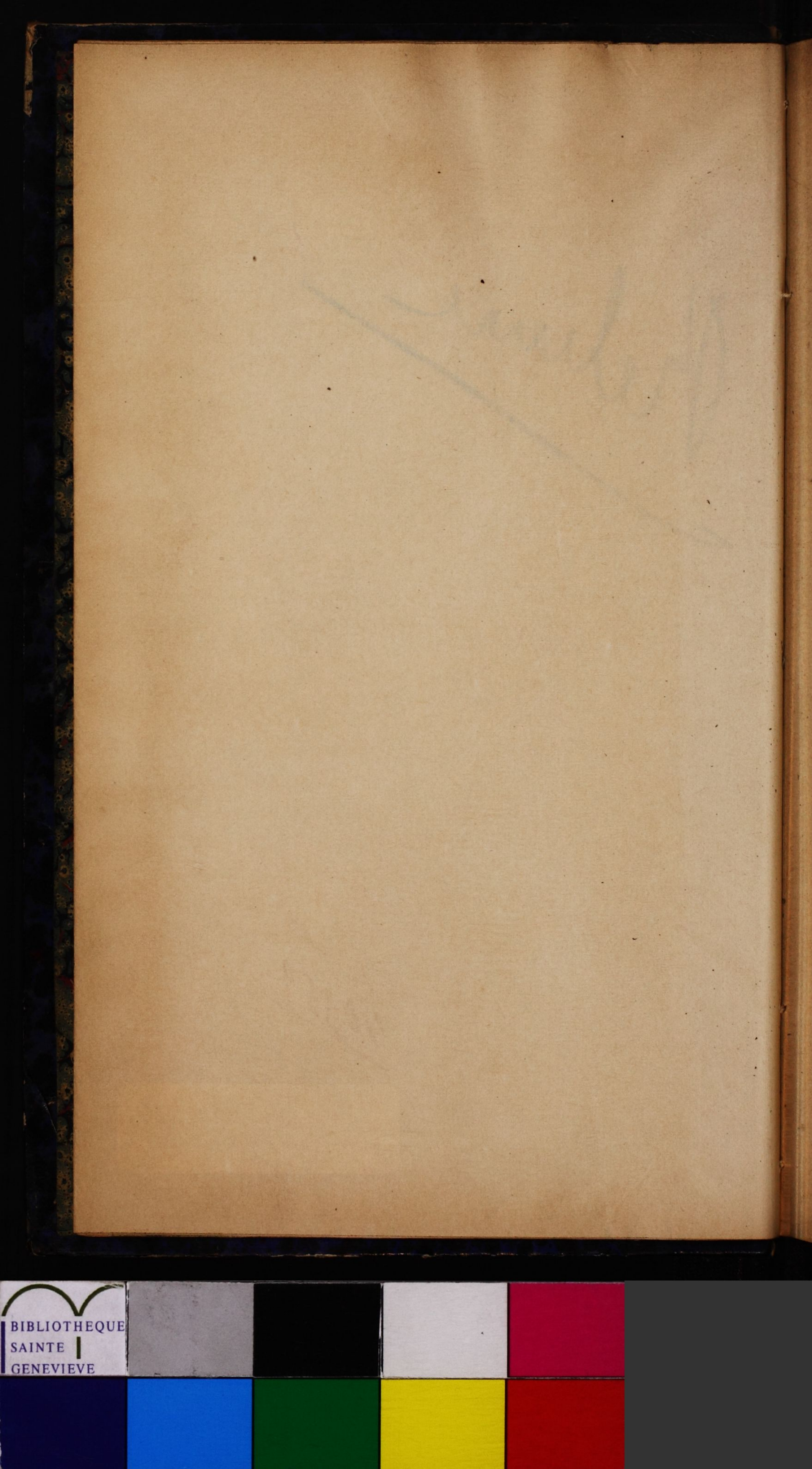








BIBLIOTHEQUE SAINTE - GENEVIEVE
D 910 593918 3


BIBLIOTHEQUE
SAINTE
GENEVIEVE

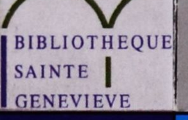
S. in 8° sup. 1746.

HISTOIRE

D'UN

MORCEAU DE SUCRE

40559



LA SCIENCE PITTORESQUE

OUVRAGES DE LA MÊME SÉRIE

In-8° de 320 pages.

ZOOLOGIE ET BOTANIQUE

Fleurs et Plantes, par A. Acloque.

Nos Forêts et leurs Hôtes, par L. Laforest.

Scènes de la Vie des Insectes, par A. Acloque.

Les Ennemis de nos Jardins, par L. Laforest.

MERVEILLES DE L'INDUSTRIE

Les Arts et l'Industrie du Verre, par Henri d'Ancy.

Histoire d'un Morceau de Sucre, par le Docteur Helbé.

Les Titans modernes, par Paul Bory.

L'Etincelle électrique, par Paul Bory.

L'Abri humain, par Henri d'Ancy.

Les Métamorphoses d'un Chiffon, par Paul Bory.

Le Sang de l'Industrie, par Paul Bory.

Histoire d'un Brin de Fil, par Henri d'Ancy.

LA SCIENCE PITTORESQUE

HISTOIRE
D'UN
MORCEAU DE SUCRE

PAR

Le Docteur **HELBÉ**

OUVRAGE ORNÉ DE 26 GRAVURES

ABBEVILLE
C. PAILLART, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

INTRODUCTION

Nous ne pensons pas que nos lecteurs abandonneront pendant les chaudes journées des vacances d'août les prés frais et les bois verdoyants pour nous faire l'honneur de nous lire ; nous supposons bien plutôt que l'hiver, pendant les veillées, auprès du foyer qui flambe, lorsque la bise souffle en tempête et soulève les flocons de neige, quand les champs sont fermés à leurs jeux, ils se souviendront du livre qu'ils ont acquis par leur travail et voudront le parcourir. Ainsi il sera lu au moment où il a été sinon composé du moins pensé.

L'origine première est dans une de ces veillées de Noël où la conversation chasse le sommeil. A cette époque je n'étais encore qu'un simple auditeur, mais j'ai toujours gardé depuis le goût des causeries avec les personnes instruites. Ainsi passe un temps agréable pendant lequel on apprend davantage que par la lecture des longs et fastidieux traités ; la voix souligne la pensée

plus que ne peut le faire la froide reproduction par l'écriture.

Le bon abbé Dautel, curé d'un petit village, s'était chargé de mon éducation ; mais le soir de Noël, il n'était plus question de versions ni de thèmes; il y avait réunion au presbytère et, grand luxe, on avait servi le café ! Ne fallait-il pas lutter contre le sommeil ? Mais on vint à manquer de sucre. Pendant que la servante courait chez l'épicier voisin remplir le sucrier du bon curé, la conversation s'engagea sur ce produit alimentaire si commun maintenant et si facile à se procurer. « Il n'en était pas de même « autrefois, fit remarquer M. l'abbé Dautel, le « sucre était fort cher et les historiens racon- « tent que Mademoiselle de Scudéry, qui rece- « vait beaucoup, avait fait, par économie, rétré- « cir l'entrée de son sucrier. » Le père Lebled, un gros fermier des environs, s'écria : « Ce n'est pourtant pas cher, le sucre, et d'ailleurs ce n'est que du jus de betterave. — Moins que cela, déclara le pharmacien qui était présent à la réunion, c'est du charbon uni à de l'eau dans certaines proportions. — Vous avez raison tous les deux, reprit mon maître, seulement il n'y a pas encore un siècle que le sucre n'est, ainsi que le dit M. Lebled, que du jus de betteraves, et bien qu'il ne soit qu'un hydrate de carbone, ainsi que

beaucoup d'autres corps dans la nature, il pourrait être rare et valoir une grosse somme; le diamant est plus simple encore, c'est du charbon pur et cependant il atteint un prix extrêmement élevé. »

Et la soirée s'écoulait pendant que la conversation roulait sur ce sujet; j'appris ce soir-là qu'il y avait plusieurs espèces de sucre et surtout un grand nombre d'hydrates de carbone qui révêtent dans la nature des formes différentes : tous les jours nous manions ces hydrates de carbone sans penser à leur composition : le bois est surtout formé de cellulose; on peut d'ailleurs en faire du sucre et l'essai a été tenté industriellement mais il n'a pas été rémunérateur ; l'amidon est aussi un hydrate de carbone; il abonde dans le blé, les céréales, la pomme de terre; le glucose est le sucre ordinaire des fruits; la levulose est le sucre du miel ; la lactose, le sucre du lait; la saccharose enfin est le sucre de notre consommation habituelle.

Si nous voulons parler en chimistes, nous ne devons pas ranger la saccharose parmi les sucres; les chimistes nous disent que les sucres sont les substances qui peuvent subir directement et immédiatement la fermentation alcoolique; le sucre de nos tables n'est pas de ceux-là et dans l'énumération que nous venons de faire nous ne

devons reconnaître comme sucre que le glucose, la levulose, la lactose.

Bien que notre sucre ne soit pas du sucre au point de vue chimique, il s'en rapproche, c'est ainsi que le glucose, est un hydrate de carbone et les hydrates de carbone se transforment facilement les uns dans les autres ; c'est ainsi qu'avec l'amidon nous faisons du glucose ; nous le faisons industriellement et nous le faisons aussi naturellement avec... notre salive. Notre salive contient en effet un ferment nommé diastase qui a la propriété de transformer l'amidon en sucre ; c'est une expérience facile à réaliser ; il suffit de poser sur notre langue une petite pincée d'amidon et de bien l'humecter ; après quelques instants, nous sentons nettement dans la bouche un goût sucré. Dans notre organisme la salive n'est pas seule à transformer des hydrates de carbone en sucre ; nous devons tous connaître la découverte du grand physiologiste Claude Bernard ; il a démontré que notre foie était une vraie sucrerie et qu'il s'y fabriquait journellement du glucose ; nos muscles en fabriquent aussi.

Les hydrates de carbone ne sont pas les seules substances sucrées ; un produit pharmaceutique nommé saccharine qui n'a rien du sucre ni de la saccharose, possède un pouvoir sucrant bien plus considérable que notre sucre, une petite pastille

de la grosseur d'une lentille sucre tout autant qu'un morceau de sucre ordinaire; les composés du plomb sont généralement sucrés, ce qui permet des falsifications très dangereuses de certains produits. On cite des vins sucrés auxquels on avait mélangé de ces composés; le vin était excellent mais rendit malade ceux qui en avaient bu.

On voit donc que si nous voulions entreprendre l'histoire complète des substances sucrées nous ne pourrions nous restreindre au cadre de ce volume et qu'il nous faudrait écrire un traité ardu de chimie; nous nous contenterons d'écrire l'*Histoire d'un Morceau de Sucre;* nous aurons l'occasion d'admirer la formation du sucre dans la nature; c'est là que nous trouverons les vraies sucreries; le véritable fabricant du sucre est Dieu; les hommes ont déployé une grande adresse et une grande science pour l'extraire mais ne l'ont point formé.

Cependant M. Pellegrini a essayé dans ces derniers temps de faire du sucre artificiel; la chimie nous apprend que lorsqu'on fait passer de l'éthylène, de l'acide carbonique et de l'eau sur du platine divisé, il se produit différents composés et que l'un d'eux est du sucre; l'industrie a voulu s'emparer de ce procédé et n'a pas réussi à en tirer un produit rémunérateur;

la betterave et les autres plantes sucrières sont de meilleurs laboratoires que ceux des savants pour la production de la saccharose et nous n'aurons à nous occuper que d'elles pour écrire l'*Histoire d'un Morceau de Sucre.*

HISTOIRE

D'UN

MORCEAU DE SUCRE

HISTORIQUE

Le mot sucre. — Pays d'origine de la canne à sucre. — Le sucre dans l'antiquité. — Dans l'Inde. — En Chine. — Chez les Latins. — Une légende sur le sucre. — Le sucre au moyen-âge. — Pendant les Croisades. — Venise et la raffinerie. — Le sucre dans le Nouveau-Monde. — Plantations de cannes dans l'Amérique du Sud, — dans l'Amérique du Nord. — Le sucre en Europe. — La betterave au siècle dernier. — Napoléon et la betterave. — Visite de Napoléon à la première sucrerie. — Fabrication du sucre en 1811.

Le nom scientifique de saccharose que nous donnons au sucre servi sur nos tables, n'est que la traduction du mot σάκχαρον des Grecs, du *saccharum* des Latins et l'origine même de ces mots est *sarkara,* mot sanscrit qui est le plus ancien en date. Le sucre paraît donc être originaire de l'Inde. Mais s'il fut tôt connu dans l'Inde entière, c'est probablement le Bengale qui est son premier territoire.

La canne à sucre n'existe cependant pas à l'état sauvage au Bengale, pas plus que dans les autres pays ; mais il est permis de croire que

les espèces cultivées que nous connaissons ont pris naissance par sélection de roseaux sauvages, portant un jus sucré, fort nombreux dans cette partie de l'Inde. Les légendes indiennes font du Bengale le pays d'origine du sucre, et longtemps en effet on le nomma *Gur* ou *Gaura* (pays du sucre). Bientôt la Chine connut la canne à sucre. Ce sont les documents les plus anciens que l'on possède sur ce sujet.

Les Hébreux recevaient des roseaux de l'Inde et de la Chine et l'Ancien Testament parle plusieurs fois du *doux roseau.*

La connaissance du sucre ne vint en Europe que par l'intermédiaire des guerres d'Alexandre le Grand. Dans ces époques lointaines, il n'est pas hasardé de dire que Dieu se servait des guerres pour propager les découvertes utiles à l'humanité ; sans ces invasions, souvent sanglantes, il est vrai, sans l'exode du peuple juif, les nations, privées de relations entre elles, auraient longtemps encore ignoré bien des découvertes faites par chacune d'elles.

Ce furent donc les guerres d'Alexandre le Grand qui firent connaître le sucre à l'Europe (235 ans avant J.-C.). Néarque, l'un de ses généraux, traversa les Indes et apprit à connaître cette *espèce de miel* qu'on extrait des roseaux; car à cette époque on ne connaissait pas encore le sucre cristallisé et c'était à l'état de sirop qu'il était employé : Théophraste (371 ans avant J.-C.)

déclare connaître trois espèces de miel : celui des fleurs, celui de la rosée et celui du roseau.

C'est de l'Inde que les Grecs et les Romains importèrent le sucre, précieux médicament. Quelques écrivains grecs le désignaient sous le nom de *sel indien,* c'est qu'alors les Indiens avaient appris à faire cristalliser le sucre et Dioscoride (Ier siècle après J.-C.) signale très expressément qu'il ressemble au sel et craque sous la dent. Dans son *Histoire naturelle,* Pline décrit ainsi ce produit rare : « C'est un miel recueilli sur des roseaux. Il est blanc comme la gomme et cassant sous la dent ; les plus gros morceaux sont comme une aveline. On l'emploie seulement en médecine. »

Au VIIe siècle après J.-C., le sucre était encore si peu connu en Grèce qu'un médecin grec, Paul d'Egine, n'en avait jamais vu, et qu'en en parlant, il rapporte l'opinion d'Archigène, suivant laquelle le sel indien ressemble au sel ordinaire par sa couleur et sa consistance, mais sa saveur est celle du miel.

Si les Chinois ont possédé la canne à sucre presque en même temps que les Indiens, ils ont appris d'eux assez tard l'art d'en faire cristalliser le jus. C'est du VIIe au VIIIe siècle après J.-C. que cette industrie s'établit chez eux ; l'histoire nous apprend qu'un de leurs empereurs, Tai-Heng, envoya dans l'Inde et le Bengale des ouvriers qui devaient faire connaître à leur retour

cette industrie dans le Céleste Empire; mais la légende, plus pittoresque, raconte qu'un prêtre indien, fervent adorateur de Bouddha, voyageant en Chine, passa un jour, monté sur son âne, dans le champ de cannes d'un paysan ; peut-être voulut-il empêcher sa monture de toucher au bien d'autrui, mais l'âne est têtu et il voulut goûter de la canne, tant et si bien qu'il ravagea le champ. Grande colère du propriétaire qui veut retenir le baudet pour s'indemniser ; mais le bouddhiste continua son voyage monté sur sa bête, car il apprit au paysan à extraire du jus de ses cannes le sucre cristallisé. Le secret du prêtre de Bouddha était bon sans doute, mais il ne donnait qu'un sucre fort impur, car Marco Polo, le célèbre voyageur qui introduisit le premier en Europe un vrai commerce de sucre, dit qu'avant 1270, si les Chinois savaient cuire le sucre, ils n'obtenaient qu'un produit noir; mais à partir de cette époque il vint à la cour du monarque chinois des Babyloniens qui enseignèrent à raffiner le sucre, en jetant dans le sirop une certaine quantité de cendres provenant de végétaux riches en potasse.

A cette époque, la culture, l'industrie et le commerce du sucre prirent donc un essor considérable et on tenta d'acclimater la canne dans l'Arabie Heureuse où les anciens l'avaient déjà plantée, puis dans l'Ethiopie et l'Egypte, enfin dans les îles grecques : Chypre, Candie, Rhodes,

puis en Sicile où elle s'est conservée jusqu'à nos jours, mais elle n'est plus qu'un souvenir là où elle fournissait la richesse du pays ; la Calabre produisit aussi du sucre, et quand Don Henri, régent de Portugal, fit la conquête de Madère, il y fit planter des cannes ; l'Espagne en enrichit les royaumes de Valence et de Grenade et la France même la cultiva des Bouches-du-Rhône à Hyères, jusqu'en 1551, s'il en faut croire un écrivain du XVIe siècle nommé Beaujeu.

Les Français, sinon la France, connurent l'usage habituel du sucre au moment des croisades, quand, pendant la disette, les chevaliers se nourrissaient de cannes à sucre sur les rives du Jourdain, suivant en cela l'exemple des peuples d'Orient producteurs de sucre; la canne est encore aujourd'hui un aliment de grande importance pour la population d'ouvriers de nos colonies sucrières.

Si les croisés avaient dans leurs expéditions du sucre en abondance, la France, au même moment, ne pouvait s'en procurer qu'à un prix très élevé ; nous avons vu qu'il venait primitivement de l'Inde et de la Chine; plus tard les îles de la Méditerranée et de l'Espagne en fournirent ; mais la plus grande partie venait néanmoins d'Asie, transportée par les Vénitiens, qui avaient le privilège presque exclusif du commerce de la Méditerranée.

Le sucre que transportaient les Vénitiens était

brun, c'était une sorte de cassonnade telle qu'on le livrait dans les Indes, car les Chinois, qui savaient au XIVe siècle raffiner le sucre, étaient séparés du reste du monde au point de vue commercial et le sucre candi qu'ils employaient n'était qu'une rare exception en Europe. Mais bientôt les Vénitiens se firent raffineurs et arrivèrent, en travaillant les produits de l'Inde, à fournir un sucre candi à peu près pur. Bientôt, au XVIe siècle, un Vénitien trouva le moyen de réduire le sucre en masses opaques et blanches coulées dans les formes coniques encore en usage de nos jours ; Venise donna, dit-on, à l'inventeur une récompense de cent mille couronnes.

La découverte de l'Amérique devait donner un essor nouveau à l'industrie sucrière ; fort peu de temps après la découverte, la canne à sucre y fut importée, et en 1520, Pietro de Atienza la cultiva pour la première fois à Saint-Domingue. De là la culture de la canne se répandit à Cuba, puis sur le continent, et Fernand Cortez fit pendant la conquête du Mexique des plantations dans la vallée de Mexico. La culture de la canne se répandit alors en Amérique avec une extrême rapidité, et au commencement du XVIIe siècle les Portugais comptaient dans la seule île de Saint-Thomas soixante et une fabriques de sucre qui envoyaient tous les ans en Europe quarante navires chargés de leurs produits. Aux îles Barbades, on expédia en 1676

quatre cents vaisseaux chargés de sucre. Dès lors les Vénitiens ne suffirent plus à raffiner le sucre venant de ces centres de production et les grandes raffineries de l'époque étaient situées à Anvers et à Londres, c'est-à-dire au centre de deux puissances maritimes, la Hollande et l'Angleterre.

Ce n'est qu'au milieu du XVIIIe siècle que la culture de la canne à sucre fut importée dans la Louisiane. C'est aux Révérends Pères de la Compagnie de Jésus qu'est due cette source de richesse : en 1751, ils reçurent à leur maison de la Nouvelle-Orléans des cannes venant de Saint-Domingue ; après une culture soigneuse, tous les efforts que tentèrent les Pères pour faire du sucre avec leurs cannes furent vains ; ils persévérèrent néanmoins dans la culture, mais ni Dubreuil en 1764, ni le chevalier de Mazau en 1763, ni en 1765 Detréhau, trésorier du roi, ne purent obtenir autre chose qu'un sucre grossier dont le prix ne couvrait pas les frais de culture. Un peu plus tard, Mendèz fait un nouvel essai infructueux ; peu après Etienne Boré réussit à vaincre les difficultés, et après quatre années de travail et de tâtonnements fit une récolte dont le produit s'éleva à 12,000 livres de sucre. Boré trouva de nombreux imitateurs et les quelques cannes presque stériles du jardin des Pères Jésuites sont ainsi devenues la plus grande richesse du pays.

Devant le succès toujours croissant du commerce des sucres, il devait fatalement arriver un moment où les industriels de l'Europe chercheraient un succédané de la canne productrice ; déjà, dans son *Théâtre de l'Agriculture*, Olivier de Serre énumère les plantes qui contiennent du sucre et parmi elles on trouve signalée la betterave.

Les essais de laboratoire pour l'extraction du sucre de betterave datent de la moitié du XVIII[e] siècle ; c'est un chimiste prussien, Margraff, qui en publia les résultats en 1745 devant l'Académie de Berlin; ce n'était encore là qu'une curiosité scientifique et Margraff avouait qu'il ne se chargerait pas de fabriquer ce sucre pour le prix de 100 francs l'once ; or, à cette époque, le kilogramme de sucre ne revenait au consommateur qu'à 85 ou 90 centimes. L'élève de Margraff, Achard, fut plus heureux que le maître et put construire en 1786 une usine d'essai ; le roi encouragea de tout son pouvoir l'industrie nouvelle et en 1799, Achard put lui présenter les premiers pains de sucre indigène : l'Académie de Berlin nomma une commission dont le rapport fut favorable. La production du sucre de betterave était alors fort restreinte, l'Angleterre en prit cependant ombrage ; elle craignait de voir cette industrie se développer, et ses transports maritimes compromis; dès le début, elle fit offrir à Achard une somme de 150,000 francs afin qu'il

laissât tomber dans l'oubli sa nouvelle fabrication. Le prince Louis-Napoléon, plus tard empereur des Français, qui rapporte cette anecdote, affirme que plus tard Achard reçut encore de l'Angleterre une offre non plus de 150,000, mais de 600,000 francs pour déclarer qu'il s'était engagé dans une voie mauvaise; ne pouvant le soudoyer, les Anglais firent écrire par Humphry Davy, leur grand chimiste national, que le nouveau sucre était trop amer pour la consommation. Malgré les efforts de la puissance anglaise, le nouveau sucre entrait en lutte avec l'ancien et commençait cette bataille du sucre de canne et du sucre de betterave qui n'est point encore terminée de nos jours; suivant les lois et les impositions promulguées, c'est tantôt l'un, tantôt l'autre auquel reste la victoire ; mais il semble avéré que bientôt, malgré tous les efforts tentés en sa faveur, le sucre de canne ne sortira plus guère de son territoire de production; du moins viendra-t-il de moins en moins dans les pays d'Europe.

Son heureux rival eut dès le début la protection de puissants souverains. Nous avons raconté comment le roi de Prusse encouragea Margraff, puis Achard; des essais furent à leur suite tentés en France, et Napoléon Ier qui venait de décréter le blocus continental, donna l'ordre de cultiver 32,000 hectares en betteraves ; il distribua un million à titre d'encouragement aux cultivateurs

de la nouvelle plante sucrière; il fit transformer différentes usines en écoles de fabrication auxquelles il attacha cent élèves qui reçurent chacun mille francs pour trois mois d'études. Mais avant de se lancer aussi résolument dans cette voie, l'empereur avait tenu à s'éclairer du concours des savants ; une commission fut nommée à l'Institut qui devait étudier les conditions de culture de la betterave. On raconte à ce sujet que l'empereur demanda un jour à Chaptal qui faisait partie de cette commission s'il pensait que le sol de France était favorable à la culture de la betterave; le savant prend la question depuis le commencement et développe théories sur théories; cependant Napoléon, attendant à sa question une réponse par oui ou par non, se met à songer à autre chose et quand, après trois quarts d'heure de dissertation, le savant s'arrête, l'empereur pose de nouveau sa question : « Pensez-vous que le sol de la France soit favorable à la culture de la betterave ? » Chaptal croit que le souverain n'a pas compris ses explications et les recommence entières un peu plus longuement; de nouveau, l'empereur se met à songer; quand l'explication fut terminée, il se tourna vers le savant en lui disant : « Je vous remercie, Monsieur, mais il faudra décidément que je demande à M. Berthollet s'il pense que le sol de la France est favorable à la culture de la betterave. » Nous savons tous, actuellement,

quelle put être la réponse de Berthollet, et, au début de l'année 1812, Benjamin Delessert obtient en grand le nouveau sucre dans son usine de Passy : « Le 2 janvier 1812, dit M. de Flourens dans son *Eloge de Delessert*, M. Delessert annonce son succès à Chaptal. Celui-ci en parle aussitôt à l'empereur. Napoléon ravi s'écrie : « Il faut aller voir cela, partons. » Et, en effet, il part. Delessert n'a que le temps de courir à Passy, et quand il arrive il trouve déjà la porte de son usine ouverte par les chasseurs de la garde impériale qui lui ferment passage. Il se fait connaître, il entre. L'empereur avait tout vu, tout admiré ; il était entouré des ouvriers de la fabrique, fiers de cette grande visite, l'émotion était à son comble. L'empereur s'approcha de Delessert, et, détachant la croix d'honneur qu'il portait sur la poitrine, il la lui remet. Le lendemain, *le Moniteur* annonçait qu'une grande révolution dans le commerce français était consommée. L'empereur avait raison, la science venait de créer une richesse nouvelle et qui s'est trouvée immense. »

Depuis cette époque, l'histoire du sucre n'est que celle de la découverte des meilleurs procédés pour l'extraire ou pour le raffiner ou celle des lois nombreuses et variées, souvent contradictoires, qui ont constitué le *Régime des sucres* aux différentes époques ; chacune de ces lois répondait au désir ou au besoin du moment pour favoriser la production indigène ou la production

coloniale, favoriser l'exportation ou nous défendre contre l'importation ; l'énumération soit des différents procédés, soit des lois, serait fastidieuse et nous aurons occasion dans le courant de ce travail de rappeler ce qui pourrait intéresser nos lecteurs. Nous ferons seulement remarquer que bien des innovations qui constituent les derniers progrès dans la culture et la fabrication étaient déjà connues au moment où le sucre de betterave venait de naître à l'industrie. Un opuscule fort rare, retrouvé en Allemagne, donne les détails de la fabrication du nouveau sucre : Hermbstaedt, son auteur, le publia en 1811.

Dans cet ouvrage Hermbstaedt passe d'abord en revue, d'une façon générale, la présence du sucre dans les différents végétaux et fait déjà la différence entre le nouveau sucre et les substances sucrées ; il avance que le sucre brut obtenu de la betterave est identique dans ses propriétés au meilleur sucre obtenu de la canne et qu'il peut atteindre le plus haut degré au raffinage sans perdre plus que le sucre des Indes. Ensuite il passe à la culture, à la récolte et à la conservation des betteraves. Il établit déjà plusieurs espèces de betteraves qui souvent atteignaient la grosseur de la tête et le poids de 10 à 12 kilos. Il considère que la betterave à chair et à collet blanc est celle qui donne le plus de sucre, tandis que celle à chair rose donne un mauvais résul-

tat. Il fait aussi remarquer que tous les sols ne sont pas propres à la culture de la betterave, car si un terrain sablonneux et un terrain très argileux ne sont pas favorables, une argile sablonneuse et une marne dans lesquelles il y a une quantité suffisante d'humus ou de terre végétale sont très propices à cette culture. En outre il est d'une très grande utilité que la terre contienne de la chaux ou de la marne.

Avant la plantation, il est nécessaire que la terre reçoive deux labours profonds, puis on sème dans le terrain bien préparé en lignes droites. Lorsque les betteraves sont levées, elles sont débarrassées des mauvaises herbes à la binette ou avec une charrue, deux et trois fois. En octobre on procède à la récolte et les betteraves sont mises en tas sur l'aire d'une grange, afin que l'air puisse circuler et sécher la terre adhérente. Les racines sont ensuite brossées et les radicelles et les collets coupés. Les parties endommagées sont retranchées et finalement les betteraves sont conservées dans des caves sèches, voûtées et aérées. C'est seulement en cas de nécessité que les betteraves sont conservées dans des fosses en terre de six à huit pieds de profondeur, douze de longueur et six de largeur recouvertes de planches et de fumier pailleux. Le rendement par arpent de 25 ares est évalué à 100 et 120 boisseaux et pour les betteraves riches, de 80 à 100 boisseaux. Néanmoins, d'après

Thaer, on aurait récolté 58,000 kilos à l'hectare.

On voit donc par ces renseignements qu'alors la culture de la betterave, bien que dans ses commencements, était la même qu'un siècle plus tard. Des labours profonds, un sol bien fumé, des binages, la rotation des cultures sont employés.

En ce qui concerne la conservation des betteraves, on admettait déjà comme aujourd'hui que l'aération était un bon moyen et Hermbstaedt recommande les caves bien aérées et protégées le plus possible de la gelée et seulement en cas de nécessité les silos en terre couverts.

Plus loin l'auteur recommande de travailler les betteraves le plus vite possible, car il se produit des altérations importantes qui font que le sucre cristallisable diminue de plus en plus et se transforme en sucre qui ne peut plus cristalliser. La rétrogradation du sucre dans la betterave était donc déjà connue en 1811.

L'auteur passe ensuite en revue la description des machines et appareils qui servaient à la fabrication du sucre à cette époque. Comme fabrique, il recommande une cave claire et voûtée qui doit être protégée contre le froid.

La fabrication comprenait les opérations suivantes :

1° Lavage des betteraves à la main, à la brosse dans des bacs ou dans des cylindres laveurs.

2° Râpage fait à la main ou avec une petite râpe à tambour mue à la main.

3° Le pressage qui se faisait dans un pressoir à raisin ou une presse à vis ou à levier.

4° Séparation de l'albumine végétale par l'ébullition dans une chaudière à air libre et à feu nu.

5° Défécation à la chaux vive préparée avec de la craie ou des coquilles d'huîtres. On mesurait la chaux de telle façon que le jus ne brunisse que faiblement le papier de curcuma.

6° Clarification du jus déféqué par la décantation, l'addition de lait écrémé et enfin de charbon en poudre.

7° Evaporation du jus *en évitant l'ébullition tumultueuse.*

8° Séparation du malate de potasse qui se précipite par refroidissement.

9° Cristallisation *lente et à la chaleur,* « car sans cela aucun cristal ne pourrait se déposer et il se formerait une masse pâteuse. »

10°, 11° et 12°. Egouttage du sirop vert. Clairçage du sucre avec l'argile. Evaporation du sirop vert pour une nouvelle cristallisation.

Un autre chapitre du livre de Hermbstaedt traite du rendement dont la moyenne ne s'élevait alors qu'à 2,5 °/₀ de la betterave.

En ce qui concerne la valeur des résidus, Hermbstaedt dit qu'il est inexact de croire que la betterave, lorsqu'on en a extrait le sucre a perdu

complètement sa valeur nutritive. La plus grande partie de ce qu'on lui a enlevé, est de l'eau qui en aucune façon ne peut être considérée comme nécessaire à la nourriture du bétail.

Il est intéressant de lire qu'à cette époque déjà la valeur alimentaire du sucre pour le bétail était déjà connue et recommandée, car l'auteur ajoute qu'en Angleterre « le Parlement avait déjà fait la proposition d'engraisser les bœufs avec du sucre. »

On pratiquait l'effeuillage et les feuilles de betteraves étaient livrées aux marchands de tabac et servaient, mélangées avec les feuilles du tabac, à faire du tabac à mâcher ou bien ces feuilles servaient de nourriture pour les bestiaux. La mélasse, les collets et les queues de betteraves servaient à la fabrication de l'alcool.

Hermbstaedt donne ensuite quelques nombres sur les frais de fabrication et les bénéfices. Il suppose que le fabricant fait lui-même sa betterave et qu'il obtient 16,000 kilos de betteraves à l'hectare, 440 kilos de sucre, 480 kilos de mélasse, 800 kilos de feuilles desséchées et 8,800 kilos de pulpe pressée. Les frais s'élevant à 635 francs, les recettes montaient à 1,026 francs d'où un bénéfice de 391 francs par hectare. Le sucre se vendait 75 centimes le kilo. Nous verrons plus loin quel est l'état actuel des frais et des recettes.

PREMIÈRE PARTIE

Le Sucre de Canne

CHAPITRE PREMIER

Culture de la Canne.

La canne à sucre au point de vue botanique. — Variétés des cannes. — Culture de la canne. — Les tumbas. — Les caballerias. — Préparation du terrain. — Engrais de la canne. — Labours profonds. — Rotation des cultures. — Plantations des boutures. — Les trois périodes de plantation. — Le buttage à plat. — Le sarclage. — Les ennemis de la canne. — Les éléphants. — Les sangliers. — Les chacals. — Les rats. — La guerre aux rats par le feu, par le poison, par le majà ou le numgoose, par les crocodiles. — Les insectes, les termites et le mancenillier. — Les poux de bois. — Le grougrou et le borer. — Les pyrales. — Les pucerons verts. — Les champignons parasites.

Le sucre était autrefois un produit si rare et si cher que les pharmaciens le vendaient comme médicament ; il devait d'ailleurs se trouver dans toute officine et l'on ne comprenait pas un apothicaire sans sucre. C'est parce que la pharmacie fut le premier asile du sucre que les savants ont nommé la plante qui le produisait seule industriellemen tautrefois, *saccharum officinarum,* ce qui veut dire : canne à sucre des apothicaires.

Les savants vont continuer à nous instruire et après nous avoir appris le nom scientifique de la canne, ils nous en feront un peu l'étude botanique.

C'est une plante de la famille des graminées : elle a l'aspect du maïs et atteint ordinairement trois à quatre mètres de hauteur et un diamètre de trois à quatre centimètres ; mais il n'est pas rare de la voir s'élever plus haut et de présenter une épaisseur plus considérable ; elle atteint souvent six mètres et on cite des exemples de huit, dix et douze mètres d'élévation avec six et neuf centimètres de diamètre.

La plante est vivace et peut vivre une vingtaine d'années ; ordinairement on la remplace tous les cinq ou six ans. Elle met cinq à six mois pour parvenir à son entier développement et quatorze ou seize pour atteindre sa complète maturité. La racine est fibreuse, la tige est de couleur variée avec l'espèce de la canne, la culture qu'elle a subie, le terrain et le climat où elle est plantée ; elle a l'aspect d'une tige de roseau ; une seule plante en fournit de cinq à dix ; chacune d'elles est garnie de quarante, quatre-vingts et jusqu'à cent vingt nœuds plus ou moins espacés, suivant la rapidité de la croissance et suivant que l'on considère la partie inférieure de la tige où ils sont très rapprochés, ou la partie supérieure où ils s'éloignent de plus en plus. Au-dessous de chaque nœud, existe un

anneau de cinq à huit millimètres de largeur, formé d'une matière résineuse blanc grisâtre ; le reste de la tige est luisant. Chacun des nœuds offre une sorte de bouton en pointe de la grosseur d'une lentille qui est un *œil ;* c'est cette partie qui germera une fois plantée en terre, car c'est par *boutures* que l'on reproduit la canne.

C'est aussi au niveau de chacun des nœuds que naissent les feuilles ; elles ont un mètre de longueur en moyenne et de cinq à six centimètres de largeur ; ce sont des feuilles dites engainantes, c'est-à-dire qu'elles forment comme une sorte de manchette autour de la tige ; elles s'en dégagent ensuite et s'élèvent droites et rigides pour retomber ensuite en formant une courbe gracieuse.

Au niveau de la gaine, on trouve extérieurement des poils nombreux : les feuilles sont opposées, c'est-à-dire situées l'une en face de l'autre dans les jeunes tiges, plus tard elles deviennent alternes, c'est-à-dire disposées sur la tige suivant une spirale. Quand la plante a terminé sa croissance, elle produit la fleur ; alors elle termine son sommet par une longue tige cylindrique sans nœuds nommée flèche qui est elle-même surmontée d'une fleur en panicule de couleur argentée qui ressemble comme disposition à la fleur de notre roseau commun ; une particularité de la canne à sucre est qu'elle est stérile ; non pas que la fleur ne produise pas de graines, mais ces

graines ne germent point et on ne connaît pas d'exemple de reproduction de la plante par graines.

Les variétés de la plante sont très nombreuses. Au Bengale qui semble le pays d'origine, on trouve huit ou neuf espèces de cannes à l'état sauvage et les espèces cultivées sont beaucoup plus nombreuses ; le terrain crée la variété ; on conçoit donc combien ces variétés doivent être nombreuses, puisque la canne a été importée dans toute la zone tropicale, dans toutes les contrées où la température moyenne ne descend pas au-dessous de vingt degrés ; nous savons que dans les autres régions il faut des espèces spéciales ; ainsi la canne de la Louisiane importée par les Pères Jésuites est abandonnée et on cultive la canne à rubans rouges de Java qui résiste à deux degrés de froid. Parmi les espèces cultivées, les plus estimées des planteurs sont les suivantes :

1° *La canne blanche d'Otaïti,* tige haute, nœuds distancés, les feuilles larges d'un beau vert pâle deviennent au moment de la maturité d'un jaune orangé clair. Le produit est abondant et de bonne qualité.

2° *La canne de Batavia* ou canne bambou. La tige en est ligneuse de couleur violet pourpre, les feuilles sont d'un vert foncé ; elle résiste bien à la sécheresse et fournit aussi un jus abondant

mais moins riche en saccharose que celui de la canne blanche.

3° *La canne violette de Taïti* présente une tige de couleur très foncée qui lui a valu souvent le nom de canne noire.

4° *La canne rubanée.* Elle est ainsi nommée à cause de la présence sur sa tige de bandes rouges ou pourpres de cinq millimètres à deux centimètres de largeur.

5° *La canne créole de Malabar,* fort probablement la première connue en Europe.

6° *La canne de la Chine* est petite et très robuste, elle offre l'avantage de résister aux attaques des fourmis blanches.

7° *La canne de Salangore* est d'une puissante végétation ; ses feuilles portent des épines nombreuses et le diamètre des nœuds resserré est moindre que le diamètre des entre-nœuds. C'est une variété riche en sucre.

L'incroyable richesse de la zone tropicale et son extraordinaire fécondité ont pendant un temps rendu inutiles ses soins ordinaires de culture. Quand on voulait établir une plantation de cannes, on ne se préoccupait de la situation du terrain qu'au point de vue de l'eau, une trop grande sécheresse étant nuisible au développement de la canne, une trop grande humidité peu favorable à sa richesse saccharine. On cherchait donc un coin de forêt remplissant les conditions d'humidité nécessaires et on se mettait en

devoir d'établir une *tumba ;* on abattait les bois en laissant en terre la souche et les racines ; puis troncs et branches étaient brûlés sur le lieu même ; les souches finissaient par pourrir : on procédait alors à la plantation sans même faire un labour, et, pendant dix ans, la récolte était superbe ! Mais la canne à sucre est une des plantes dites épuisantes, c'est-à-dire qu'elle enlève au sol une certaine quantité de sels minéraux qu'il faut lui rendre après chaque récolte sous peine de voir dépérir la plantation ; comme les colonies ne fournissent pas une quantité suffisante de fumier de ferme, l'Europe y expédie beaucoup d'engrais chimiques ; mais il faut éviter d'azoter trop fortement les terres ; nous verrons plus loin que telle est aussi la recommandation à faire pour la culture de la betterave. On emploie en Europe les superphosphates en grandes quantités et aux colonies beaucoup de débris de morue et d'autres poissons qui forment un engrais richement phosphaté. Le sang desséché a servi aussi comme fumure, mais il a le défaut d'attirer un grand nombre de rats et ces animaux sont parmi les ennemis les plus redoutables de la plante sucrière.

D'excellents engrais sont fournis par les résidus de distilleries, par les cendres des bagasses, par les résidus des sucreries, etc.

Ainsi par la reddition raisonnée au terrain des sels qui lui ont été enlevés par la canne, peut-on

supprimer la jachère, ce repos de la terre, absolument inutile, car la terre fertile ne se fatigue jamais, jamais elle n'arrête sa production féconde si les éléments chimiques et physiques de cette production ne viennent pas à lui manquer. Ces engrais inutiles aux *tumbas* ne sont pas les uniques soins à apporter aux caballerias; il faut préparer le sol par des labours, ordinairement quatre, et des labours profonds; dans les débuts de la production sucrière, on faisait peu de labours et encore les faisait-on très superficiels. Telle était la routine qu'un fait assez curieux vint à se produire dans une colonie anglaise lorsqu'un planteur commença les labours profonds. Cet ami du progrès possédait une charrue perfectionnée qui creusait dans le sol de profonds sillons; les voisins s'émeuvent et se réunissent pour démontrer à l'imprudent qu'il va remuer des miasmes pestilentiels en retournant la terre aussi profondément; le planteur les laisse et retourne à sa charrue; on décide alors de l'appeler devant le coroner, nous ignorons quel fut l'avis de ce digne magistrat, mais le colon ne céda point et sa récolte fut magnifique; de plus il ne fit dégager aucun miasme de la terre : l'année suivante les voisins ennemis effectuèrent tous des labourages profonds.

Indépendamment de ces deux pratiques applicables à tous les terrains, labourage et amendement du sol, bien des soins variés doivent être

donnés au terrain suivant sa nature ou son exposition : pour les terres trop humides, c'est le drainage, c'est l'irrigation pour celles qui sont trop sèches, le chaulage ou le marnage pour celles dont la composition chimique est pauvre en chaux ou en marne.

Dans nos climats, nous savons tous que l'on pratique la rotation des cultures, c'est-à-dire qu'une terre qui a eu du blé durant une année, portera du seigle l'année suivante, de l'avoine la troisième année ; chacune de ces plantes n'exigeant pas les mêmes sels minéraux pour sa croissance ; ceux qui ont été enlevés par la première culture ont le temps de se reformer pendant les deux ou trois années qui la suivent et ce n'est que lorsque le sol possède de nouveau les éléments nécessaires que l'on remet soit le blé, le seigle ou l'avoine. Les pays où la canne à sucre est cultivée n'ont guère ordinairement que cette culture, aussi la rotation des cultures a-t-elle été longtemps sans emploi ; cependant, en même temps que l'on cherchait d'autres produits pour la fécondité du sol, on a établi dans certaines régions, depuis peu, la rotation des cultures, en cultivant après la canne des légumineuses, principalement l'indigo dont le produit est rémunérateur et la croissance facile dans ces régions ; après l'indigo on plante souvent le manioc et ce n'est qu'après ces deux récoltes différentes que l'on plante de nouveau des cannes. A Cuba on

fait quelquefois des assolements avec le riz que l'on cultive sur les champs de cannes.

Une fois le terrain préparé pour la plantation on le divise en grands carrés d'un hectare ordinairement de superficie, séparés les uns des autres par de larges chemins de sept à huit mètres ; cette disposition a pour but de pouvoir plus facilement limiter l'incendie qui est un accident assez fréquent. Dans ces carrés on trace des raies parallèles distantes de $1^{m},60$ à $1^{m},80$; elles sont destinées à recevoir les boutures.

Le moment de la plantation est variable et dépend de celui de la récolte qui est indéterminé suivant les conditions atmosphériques ; mais d'une façon générale ces plantations ont lieu pendant la saison pluvieuse. A Cuba, il existe trois périodes de plantation : la plantation *de frio* qui a lieu de septembre à décembre, la plantation de *medio tempore* de janvier à la mi-avril et la plantation de *primovera* de la mi-avril et à la mi-juin.

Les boutures sont généralement prises dans le haut de la plante, tranchées nettement en fragments de 40 centimètres de longueur environ ; les feuilles sont enlevées avec soin. Actuellement beaucoup de planteurs suivent la méthode que l'on employait au début et plantent les boutures inclinées à 45 degrés dans le sol. Alvaro Reynoso, professeur de chimie à la Havane, a recommandé

le *buttage à plat;* Léonard Wray, à la Louisiane, l'*enchaussement externe.*

Dans la méthode ancienne, l'ouvrier armé du piquois, sorte de plantoir, enfonce son outil dans le sol dans un angle de 45 degrés et y dépose sa bouture.

Dans le buttage à plat on ouvre de larges et profonds sillons et la bouture est déposée horizontalement au fond du sillon; elle est recouverte d'une petite quantité de terre et au fur et à mesure de sa croissance, les sarclages successifs et les binages arrivent à combler complètement le sillon; l'enchaussement externe consiste à déposer les boutures sur la terre et à les recouvrir en formant ainsi de petites buttes. Suivant les terrains et les climats, chacune de ces méthodes peut et doit être utilisée; mais celle qui jouit de la faveur la plus grande est celle du buttage à plat; dans ces derniers temps une nouvelle méthode est née qui consiste à employer de petites boutures de 25 centimètres de longueur que l'on enterre debout ou presque complètement deux par deux à 1m,50 ou 1m,80 de distance; il ne faudrait pas dans ce cas plus de quinze jours avant l'apparition des premières feuilles. La distance des plants est restée, on le voit, de tous temps à peu près la même, car elle est calculée sur le développement de la plante; il existe de cette façon de 7,000 à 8,000 touffes à l'hectare.



Plantation de la canne à sucre, à l'île de Cuba.

Quel que soit le mode de plantation employé, il y a toujours quelques pieds qui manquent ; on les remplace, c'est ce qu'on appelle faire le *recourage*. Quand la plante a trois semaines ou un mois, on fait un premier sarclage en ayant soin de butter les pieds et on prend ce soin dans tous les sarclages que l'on fait par la suite ; on donne ainsi une plus grande solidité à la plante qui est exposée aux violents coups de vent de ces contrées qui sans cette précaution la déracineraient fréquemment. Quand la canne a atteint 60 à 70 centimètres de hauteur, les sarclages deviennent inutiles, car la canne est assez fournie pour étouffer les herbes qui croîtraient sous elle, il n'y a plus dès lors qu'à attendre la récolte qui a lieu environ dix-huit mois après la plantation. »

La récolte de la canne à sucre est le dernier temps de la culture et le premier de la fabrication, c'est à ce dernier point de vue qu'elle est la plus importante, aussi la décrivons-nous à ce moment. Des souches coupées s'élèvent bientôt de nouvelles tiges qui fourniront la récolte suivante ; mais au bout de quatre à cinq ans la plante a perdu de sa vigueur et il est nécessaire de procéder à de nouvelles boutures.

Peut-être les Espagnols n'ont-ils pas, à Cuba, indiqué les méthodes de culture aux indigènes avec toute la douceur désirable, mais leurs procédés ne peuvent certainement pas être mis en

regard avec ceux qu'employaient autrefois les Hollandais à Java.

Java est un des points les plus fertiles du monde ; la richesse de son terrain est inouïe et, au point de vue du sucre qui nous occupe, elle est un centre de production considérable ; c'est elle qui a suppléé à l'insuffisance de production de Cuba dans ces dernières années, faisant monter son exportation sucrière de deux cent mille à cinq cent mille tonnes. L'île est en pleine prospérité et en pleine culture. Les Hollandais la trouvèrent mal exploitée, et quand ils l'eurent conquise, ils mirent à sa tête des généraux qui installèrent un régime très sévère. L'un d'eux, Daendels, fut connu dans l'île sous le nom de *Maréchal de fer*. Il fallait faire des routes : Daendels donna sa tâche à chaque village qui devait, dans un laps de temps déterminé, avoir construit une longueur de route convenue ; si la route n'avait pas été prête à l'époque fixée, les habitants étaient prévenus qu'ils seraient pendus ; dans ces conditions, le travail était fait à l'heure. Le même procédé servit pour établir la culture : chaque individu reçut un lopin de terre, avec mission de le mettre en valeur ; celui qui négligeait son terrain devait être également pendu.

Cette civilisation par la corde porta ses fruits ; en fort peu de temps les terrains étaient cultivés ; mais le nom de Daendels, du Maréchal de fer, demeura justement abhorré des indigènes, et

quand, longtemps après, un fonctionnaire du nom du *Maréchal* vint s'établir à Java, les indigènes, croyant avoir à faire à un des descendants du Maréchal de fer, ne lui parlaient qu'en tremblant, et avec les démonstrations les plus marquées du respect et de la crainte.

Nous voyons dans nos campagnes les cultivateurs des champs et des jardins occupés toute l'année à lutter contre les maladies qui peuvent atteindre leurs récoltes ou les animaux qui les dévorent. Ne voyons-nous pas à l'automne le jardinier badigeonner de chaux le tronc de ses arbres fruitiers pour détruire les œufs des chenilles qui mangeront les jeunes pousses; le laboureur envoie ses enfants faire la guerre aux hannetons qui dévorent les feuilles au printemps; le vigneron parcourt plusieurs fois sa vigne pendant l'été, portant sur le dos l'appareil à sulfater qui le délivrera du mildiou ou le soufre qui détruira l'oïdium ; souvent on rencontre dans les villages le taupier chargé spécialement de la destruction des taupes qui ravagent les champs ; c'est en effet que chaque plante a ses ennemis ; ils sont ceux du cultivateur et quelques-uns sont plus puissants que lui et le laissent à peu près désarmé, comme le phylloxera par exemple.

La canne à sucre qui croît dans une région où Dieu semble avoir répandu un excès de vitalité, est en butte aux attaques de mille ennemis,

depuis l'éléphant géant qui ravage les plantations de l'Inde jusqu'au champignon microscopique qui flétrit la feuille et fait périr la plante.

L'éléphant est très gourmand des cannes et l'on peut se rendre compte du ravage que peut faire dans les plantations une bande de ces pachydermes ; l'éléphant n'est à redouter qu'en Asie ; en Amérique les ennemis ne sont pas si volumineux, mais les chacals et les sangliers détériorent souvent les plantations. Parmi les quadrupèdes ce ne sont pourtant point les plus gros qui sont les plus gênants ; les véritables ennemis des plantations de cannes sont les rats ; ils se reproduisent avec une déplorable fécondité et entament les cannes qui sont dès lors perdues, car leur jus s'aigrit et si on emploie les cannes mordues pour la fabrication du vesou, le planteur altère le jus avec lequel les produits des cannes gâtées se trouve mélangé. Cet ennemi est si envahissant, qu'on a essayé de tous les moyens pour s'en débarrasser ; certains planteurs se sont décidés à mettre le feu aux champs envahis pour protéger le reste de la plantation. Ordinairement on ne va point à cette extrémité ; on sème sous les cannes des plantes vénéneuses ; on les chasse avec des chiens dressés à cet effet ; on les empoisonne : aux Etats-Unis on emploie la poudre de cantharides mêlée avec de la viande ; les rats qui ont mangé de cet appât sont pris d'un violent état d'excitation et s'entre-

détruisent ; dans les Antilles, on a acclimaté un petit boa inoffensif, qui en détruit de grandes quantités ; aussi le *majà,* c'est le nom de ce bienfaiteur, est-il en grande vénération dans ces pays ; ailleurs on emploie pour le même service un petit mammifère du nom de *numgoose.*

Mais le poison, les chiens, les serpents et le mungoose ne sont pas les seuls moyens employés contre les redoutables rongeurs. Dans certains pays américains qui avoisinent le Missisipi, les planteurs chargent les alligators de la destruction des rats.

Cette variété de crocodiles est extrêmement répandue dans ces régions ; l'alligator n'y est pas considéré comme un ennemi, mais comme une bête de rapport ; on les élève comme nous élevons bœufs ou moutons ; ils n'ont pas la douceur du porte-laine, et, malgré les soins excessifs dont ils sont l'objet, il leur arrive quelquefois de manger quelque négrillon ; mais que de services ne rendent-ils pas ? Le meilleur et le plus important est qu'ils sont d'un bon rapport par leur cuir et par leur chair. Ils sont aussi grands destructeurs de rats ; c'est le point de vue qui nous intéresse particulièrement ; car les rats ne sont pas seulement les ennemis directs de la canne à sucre, ils sont aussi des destructeurs de plantations ; après la crue des eaux, de vastes dépôts de limon laissés par l'eau du fleuve exhaussent et soutiennent les rives ; les rats y

disposent leurs terriers et minent les soutiens du fleuve ; si l'on n'y prend garde, ils détruiront les berges et les eaux se déverseront dans les campagnes, inondant et pourrissant les récoltes ; l'alligator, qui détruit le rat, passe au rang d'animal utile, et, en faveur de son appétit pour la gent musquée, on lui pardonne son goût pour la gent humaine. C'est trop peu dire, on lui pardonne : on le défend ; interdiction est faite de le détruire, et tout chasseur d'alligators est passible d'une amende de vingt dollars et, à certaines périodes de l'année, le juge porte la note à cent dollars (cinq cents francs). On fait mieux encore ; on élève les petits ; on récolte tous les œufs qu'on peut trouver, et après l'éclosion anxieusement attendue, les jeunes alligators sont l'objet de tendres soins ; on les change de bassin au fur et à mesure de leur croissance, on leur prépare une nourriture de choix. Mais quand on en possède assez ailleurs pour détruire les rats, on les sacrifie sans pitié pour leur viande et leur peau ; du même coup, l'immolation récompense le travail de l'éleveur et punit la cruauté de la victime.

Les insectes comptent parmi les plus redoutables ennemis des plantations, les uns s'attaquent aux racines, d'autres aux feuilles, d'autres aux tiges. Les fourmis blanches ou termites n'attaquent pas directement la plante, mais leurs armées sont innombrables, chaque soldat pos-

sède une ténacité à toute épreuve ; aussi les bandes de termites vont-elles creusant le sol de galeries si nombreuses et si rapprochées que les plants en sont déracinés.

Il est une légende des pays chauds ; parfois le voyageur fatigué d'une longue route au soleil voit un arbre au vert feuillage dont les branches touffues s'inclinent et couvrent la terre d'une ombre épaisse ; les fruits de cet arbre sont éclatants, tout convie au repos le voyageur lassé : mais cet ombrage est mortel et celui qui s'endort sous le mancenillier ne se réveille plus. Le mancenillier, hâtons-nous de le dire, ne mérite pas ces reproches ; ses feuilles et ses fruits sont caustiques, mais il suffit de n'en point manger ; quand il pleut, l'eau qui s'écoule des feuilles est mortelle... pour les fourmis, aussi M. Bourgoin d'Orly a-t-il recommandé de planter des mancenilliers autour des champs de cannes infestés par les termites.

Les tiges sont les réservoirs du jus sucré, c'est-à-dire de véritables greniers d'abondance pour les larves des insectes, aussi sont-ils nombreux ceux qui s'attaquent à cette partie de la plante ; il ne faudrait pas s'imaginer que les plus grands destructeurs soient recouverts d'une cuirasse solide, ce sont souvent des larves molles comme des chenilles ou des vers blancs qui causent les plus formidables dégâts. Tous les voyageurs des pays chauds connaissent ce terrible ennemi de

leurs bagages, le pou de bois : arrivés à l'étape, les voyageurs s'installent dans quelque case insalubre du pays et fatigués de la route, ils ne songent qu'à s'endormir, après avoir fait porter près d'eux la caisse qui contient leurs vêtements, quelques livres pour oublier leur solitude; s'ils n'ont pas pris soin de surélever cette caisse sur des pieds entourés d'eau, le lendemain leurs vêtements sont percés, leurs livres perforés de part en part de mille trous, le bois de la caisse rongé ; en une nuit les poux de bois ont tout mis hors de service. On peut ainsi juger du mal que ces insectes peuvent faire dans les tiges des cannes.

Le ver *grougrou*, le *borer* ou *perceur*, ce dernier surtout, sont les hôtes malfaisants de la canne ; la larve d'un coléoptère, la calandre *(calandra sacchari)*, celle d'un autre de la famille des chrysomélides n'épargnent guère les plantations ; mais l'ennemi le plus répandu, celui qu'il faut combattre dans toute la zone tropicale est une pyrale, le *diatrœa sacchari*. A l'état adulte l'animal ressemble à nos phalènes nocturnes, enveloppé de ses grandes ailes le revêtant comme une chappe ; c'est la nuit qu'il sort pour déposer ses œufs sous la face inférieure des feuilles qui forment ainsi un toit protecteur ; mais la plante, après avoir fourni le gîte, fournit le souper ; les œufs se sont développés et des larves roses, munies de huit paires de pattes, percent l'écorce et se taillent leurs demeures dans la tige dont elles

dévorent la moëlle sucrée ; en quelques jours des champs entiers de cannes ont été ruinés par ces larves.

Dans certaines régions, à l'île Maurice par exemple, un autre fléau s'abat sur les plantations : des nuées de pucerons verts rongent les feuilles et transforment rapidement un champ fertile en un amas de tiges dénudées ; ces pucerons verts semblent émigrer en masse comme les criquets voyageurs et quelquefois passent jusque dans nos régions : en 1847 au mois de juillet, une nuée de ces pucerons s'abattit sur Paris ; pendant une demi-journée on en fut assailli ; on les écrasait, on les respirait, on en trouvait dans ses vêtements, puis la trombe passée on n'en vit plus trace.

Des organismes végétaux, des cryptogames se développent soit dans les feuilles, soit dans les racines et constituent aussi de sérieux ennemis de la canne.

On voit combien de difficultés le planteur est obligé de combattre avant d'atteindre la récolte et combien la plante doit éviter de dangers avant d'arriver en bon état sous les cylindres qui la broieront pour en extraire le jus.

CHAPITRE II

Récolte et Fabrication.

Le broyage. — Les premiers moulins à cannes. — Dans l'Inde. — En Amérique. — Le nègre de fer. — Appareil de Forster. — Appareil de Cail. — Bagasse et vesou. — CUISSON *à feu nu et à air libre.* — Equipage. — La grande. — La propre. — Le flambeau. — Le sirop. — La batterie. — La défécation et l'évaporation. — Travaux de l'empli. — Sucre brut et sucre terré. — *Cuisson à la vapeur et à air libre.* — Chaudière de Wentzel. — *Cuisson à la vapeur et dans le vide.* — Appareil de Howard. — Appareil à triple effet.

Quand les soins du planteur ont pu conjurer tous les désastres, après quinze mois d'attente, on surveille la maturité de la récolte. A ce moment les champs de cannes où chaque plant avait été séparé par un intervalle de près de deux mètres sont devenus inextricables ; tandis qu'un certain nombre de tiges dressent orgueilleusement le panache argenté de leurs fleurs qui couronne la flèche légère, ultime rameau des tiges, d'autres et ce sont les meilleures ne *flèchent* point, elles se durcissent et s'incurvent vers le sol, elles se *cabanent,* barrant ainsi la route à qui voudrait explorer le champ. Cet aspect spécial de la plantation de cannes mûres est bien connu des planteurs ; c'est alors que vont commencer la récolte et la fabrication.

Le temps n'est pas très éloigné de nous où les blancs de ces contrées, oublieux de la morale chrétienne, s'étaient faits chefs de nombreux esclaves sur lesquels les lois humaines leur donnaient le droit absolu ; une coutume patriarcale adoucissait le sort de ces malheureux dans la semaine qui précédait la récolte. A ce moment, ils jouissaient d'une liberté plus grande et dans les campements des noirs, c'était une joie de danser aux sons d'instruments primitifs, de se consacrer un peu aux siens, de pouvoir pendant un temps bien court se considérer comme un homme. Tout autre était le spectacle quand le jour du travail était arrivé ; tous les nègres de l'*ingenio* étaient rassemblés sous le fouet du *majoral*, un nègre comme eux ; les deux tiers étaient armés du couteau à cannes et après avoir mis l'usine en état, la récolte commençait : le long de chaque sillon l'esclave armé de la *machete* tranche les cannes en biseau, le plus près possible du sol, car c'est la partie inférieure de la tige qui est la plus riche en sucre ; d'autres recueillent les tiges tranchées et les divisent en tronçons de $1^m,50$ après en avoir séparé la tête ; d'autres encore font des bottes et les portent sur les chemins qui bordent la plantation. Là arrivent les *cabrouets*, petits chariots traînés par des bœufs ou des mules ; on charge chacun d'eux de vingt-quatre bottes et ils partent ainsi chargés porter leur récolte près des moulins dans une enceinte

destinée à cet effet, nommée parc à cannes ; et quel affairement ! quelle activité ! le moulin broie, broie toujours, il faut fournir à son insa-



Récolte de la canne à sucre.

tiable appétit ; la température de ces régions est telle, qu'abandonné quelques heures, le vesou ou jus de cannes fermenterait et ne serait plus d'aucune utilité ; il faut un travail continu, sans trêve et sans relâche, et l'habitude s'unissant à l'activité, un coupeur de cannes peut récolter

jusqu'à 5,000 kilogr. par jour ; l'hectare fournit en moyenne 40,000 kilogr. et on cite des récoltes ayant atteint le chiffre fabuleux de 300,000 kilogr.

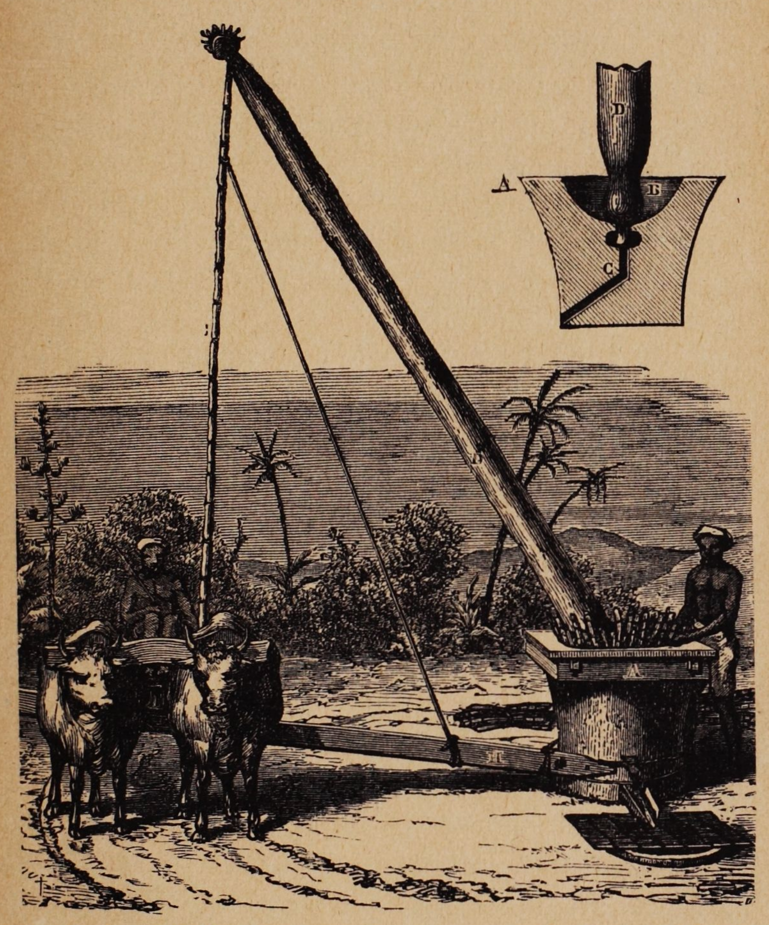
Avant de décrire le traitement industriel des cannes, nous croyons utile de donner un aperçu de la composition chimique de la plante et du jus que l'on en retire, ainsi il sera plus facile de comprendre pourquoi on pratique telle ou telle opération. M. Boname donne comme composition de la canne industrielle de la Guadeloupe :

Sucre cristallisable	15 00
Sucre incristallisable. . . .	0 70
Sels	0 35
Ligneux	11 50
Matières organiques diverses .	1 00
Eau.	71 45

D'autres analyses donnent 18 et 20 °/₀ de sucre cristallisable, mais il s'agit d'échantillons exceptionnellement riches en matières sucrées.

Le premier travail consistera donc à extraire le jus des cellules qui le contiennent, il s'effectuera par l'écrasement des cannes, il sera ensuite nécessaire de séparer le sucre des autres matières avec lesquelles il est mélangé et d'évaporer l'excès d'eau où il est dissout ; ces opérations sont réalisées par la défécation, la filtration, la concentration et la cuite. Enfin le sucre se cristallisera dans la dernière opération de cristallisation. Actuellement il n'y a guère que l'extraction du

jus dont la méthode diffère de celle qui est employée pour la production du sucre indigène de



Moulin à cannes en usage dans l'Inde.
AB Mortier. — C Canal d'écoulement du jus. — D Pilon.

betteraves ; les autres opérations se font avec un matériel semblable aux colonies et en Europe ; aussi nous réserverons pour l'étude du traite-

ment de la betterave, la description de ces appareils perfectionnés ; mais il est intéressant de rappeler ici les moyens primitifs d'autant plus que si les grandes sucreries coloniales ont adopté l'outillage nouveau, un certain nombre de sucreries moins importantes gardent encore les procédés anciens.

C'est dans le pays qui connut le premier le sucre, dans l'Inde, au Bengale que l'on rencontre les instruments les plus primitifs pour l'extraction du jus ; le moulin à cannes ne s'est pas modifié depuis son origine, au moins dans les régions que l'absence de moyens de communications met dans l'impossibilité de faire une exportation fructueuse pour l'Angleterre.

L'appareil employé est un immense mortier de pierre dans lequel se meut à l'aide de chevaux ou de bœufs un énorme pilon formé par un tronc d'arbre. Le premier appareil américain d'extraction du jus fut moins primitif : Gonzalès de Velosa le construisit et il employa aussi la force des animaux pour le mouvoir ; c'est un ensemble de trois cylindres de bois disposés verticalement et tournant sur leur axe ; entre ces cylindres on passait une poignée de cannes et le jus qui s'écoulait était reçu dans des baquets ; certains planteurs employaient des nègres pour tourner de grossiers moulins de bois. Bientôt la vapeur vint remplacer toutes ces forces insuffisantes, mais si



Moulin pour exprimer le jus des cannes, à la Martinique.

on en croit un mécanicien hollandais Forster, ce ne fut pas sans difficultés.

D'après le rapport sur l'exposition de 1839 tel serait le récit de Forster : « En 1815 j'étais charpentier à Surinam et je souffrais de voir ces pauvres nègres tourner avec peine de grossiers moulins de bois qui font de si mauvaise besogne. Je conseillai aux planteurs de faire venir des moulins à vapeur. Tous me rirent au nez me disant qu'ils ne connaissaient pas d'autres moulins que ceux à eau et à vent. Enfin j'en déterminai un. Je fis venir la machine à vapeur avec les cylindres que je montai moi-même ; les voisins du planteur le traitaient d'insensé ; mais lorsque tout fut disposé pour marcher, nous les invitâmes à venir assister au premier essai. D'abord ils n'osaient approcher de la chaudière qui sifflait ; et quand je soulevai un peu la soupape, tous se jetèrent à plat ventre. Je les rassurai de mon mieux et fis commencer les travaux. Deux nègres avaient peine à fournir la canne par brassées aux deux vigoureux cylindres qui la dévoraient en un clin d'œil. Le vesou ruisselait à grands flots et la bagasse sortait plus sèche qu'ils ne l'avaient jamais vue. De la peur, nos planteurs passèrent à l'étonnement. Les plus malins prétendaient que mon *nègre de fer* se fatiguerait bientôt ; mais quand ils virent que cela continuait toujours avec la même force, ils se rendirent à l'évidence et me commandèrent tous de

leur construire des nègres à vapeur. Je fis en quelques années une très belle fortune que je rapportai en Europe. »

L'appareil de Forster ne comprenait que deux cylindres, l'appareil de Cail qui sert à présent en comprend trois ; ces trois cylindres sont horizontaux et placés en triangle : deux sont à côté l'un de l'autre, parallèles au sol et le troisième est placé au-dessus d'eux ; ils sont maintenus par un bâti de fonte renforcé de fer forgé. Ce bâti est triangulaire et à chaque angle se trouve fixé l'axe d'un cylindre.

Les cannes sont amenées par une toile sans fin et s'engagent entre le cylindre supérieur et un de ces cylindres inférieurs distant de lui de un centimètre et demi ; elles sont ainsi écrasées et le *vesou* (c'est le jus de la canne) est recueilli dans un réservoir ; une plaque de tôle dirige ensuite ces cannes écrasées entre le cylindre supérieur et le deuxième cylindre inférieur qui ne sont séparés que par un espace de un demi-centimètre ; la compression de la canne s'achève, le vesou coule encore et la *bagasse* (ce sont les cannes privées de leur jus) est enlevée par une toile sans fin. On a varié la force des machines, leur volume ; mais il importe pour faire un travail profitable qu'un grand nombre de cannes s'engagent à la fois dans les cylindres, car ainsi la bagasse ne laisse pas d'intervalle entre ses morceaux et ne peut reprendre le jus qui vient

de s'écouler. Certaines machines arrivent à produire ainsi 400,000 litres de jus par jour.

On fait précéder la compression des cannes d'un broyage préparatoire opéré par le broyeur défibreur et on chauffe les cylindres ; la canne ainsi séchée et un peu durcie donne plus complètement le jus qu'elle contient. Si on laissait autrefois 6 °/₀ de sucre dans la bagasse, on n'en laisse plus actuellement que 1,50 °/₀. Aussi les procédés de diffusion qui sont employés pour la betterave et qui épuisent un peu plus complètement la bagasse, n'offrent guère d'avantages pour le traitement de la canne ; ils empêcheraient d'ailleurs de se servir de cette bagasse pour alimenter le foyer de l'usine et c'est dans les colo nies où le charbon de terre est d'un prix si élevé une précieuse ressource.

Tout un personnel de nègres s'employaient autrefois à étendre la bagasse au soleil pour la sécher afin de la rendre combustible ; on la sèche aujourd'hui à la chaleur dégagée par les vapeurs perdues du foyer et des chaudières.

Pour les opérations que nous avons signalées plus haut, la défécation, la concentration et la cuite, on se sert actuellement d'appareils perfectionnés semblables à ceux qui sont employés pour la betterave ; mais il est intéressant de voir par quelle méthode primitive on a commencé. — Si grossière qu'elle fût, cette méthode était encore employée dans bien des usines

jusque dans ces dernières années non seulement pour le traitement du jus abondamment sucré de la canne, mais encore pour l'évaporation du produit moins riche de la betterave. Ce système primitif était caractérisé par des *chaudières à feu nu et à air libre.* Un ensemble de cinq de ces chaudières était nécessaire pour mener l'opération à bonne fin, cette réunion de chaudières s'appelle un *équipage*. La première porte le nom de *grande chaudière*, puis viennent la *propre*, le *flambeau*, le *sirop* et la *batterie*. Ces récipients ne sont pas placés sur un même plan horizontal : la première est plus basse de quatre centimètres que la seconde ; la troisième dépasse la seconde d'autant et ainsi de suite de façon que lorsque l'ébullition rejette des écumes, celles-ci passent dans les chaudières où se fait le travail le moins avancé.

Primitivement en fonte, les chaudières furent ensuite construites en cuivre ; la *grande* peut contenir 12,000 à 15,000 litres de vesou ; on y pratique la défécation : nous nous rappelons que le jus de cannes contient des débris de cellules, de l'albumine végétale et d'autres impuretés ; l'ébullition qui se fait dans la *grande* coagule l'albumine qui entraîne certaines impuretés ; d'autres sont entraînées par la chaux que l'on jette dans le vesou dans la proportion de 0,02 à 0,03 °/₀. Toutes ces impuretés s'élèvent au-dessus du liquide sous forme d'écumes, c'est ce

qui constitue la défécation ; à mesure que se produisent ces écumes, elles sont enlevées et le liquide bien diminué de volume par l'évaporation est transvasé dans la *propre ;* là l'ébullition continue et de nouvelles écumes se forment qui sont rejetées dans la *grande ;* on a rempli de nouveau celle-ci de vesou, car les opérations ne s'arrêtent pas. De la *propre* le liquide encore diminué est passé dans le *flambeau ;* la défécation doit y être complète, c'est-à-dire que le liquide de cette chaudière doit être parfaitement clair et limpide ; si on a quelque doute, on ajoute encore au liquide un peu de lait de chaux. La concentration se continue dans le *sirop* et se termine dans la *batterie.* C'est dans cette dernière chaudière que se fait la cuite proprement dite, et on y reconnaît que le point de cuite est atteint lorsqu'on a la *preuve au crochet :* si on prend entre le pouce et l'index un peu de sirop de la batterie et qu'on écarte les doigts il se forme un fil qui ne doit se briser qu'à la longueur de quatre centimètres et chaque bout doit en se retirant former un crochet léger. C'est le moment où la cuite est terminée, c'est celui où l'esclave chargé de la direction de la cuite avertit le maître qui donne l'ordre de verser dans le *rafraîchissoir,* grand bac de bois qui reçoit le produit de la batterie. Une seconde quantité égale de vesou est traitée ensuite ; on la concentre deux fois plus que la première à laquelle on la réunit ; ces deux charges



Vue des chaudières et des rafraîchissoirs, à la Martinique.

mélangées avec soin dans le rafraîchissoir forme un *empli.* Quand le bac rafraîchissoir est suffisamment garni, on dirige le sucre dans les *purgeries*, soit dans la purgerie de sucre brut, soit dans la purgerie de sucre terré. Dans le premier cas on se contente de remplir des barriques du produit du rafraîchissoir ; ces barriques ont un fond percé de trous incomplètement bouchés à l'aide de feuilles de cannes ; elles sont placées sur un étage à claire-voie ; au-dessous sont plusieurs réservoirs creusés dans le sol et dont la profondeur est de deux mètres ; ce sont les bassins à mélasse ; quand l'égouttage est terminé, il reste dans les barriques un sucre très impur nommé moscouade ou cassonade. Quand le sucre doit être dirigé sur la purgerie de sucre terré, on remplit avec le produit du rafraîchissoir des *formes* coniques ayant un orifice à leur sommet, cet orifice est bouché avec des feuilles de cannes ; quand le sucre commence à cristalliser on l'agite avec une spatule nommée *mouveron* et les formes sont portées à la purgerie ; on enlève au bout de quelques heures le bouchon du sommet et après avoir traversé toute la masse avec une broche de fer, on laisse s'écouler le sirop qui s'égoutte dans un pot situé au-dessous. Une fois l'égouttage terminé on commence le *terrage :* sur la base de la forme on verse une bouillie de terre argileuse ; quand la terre est devenue sèche on l'enlève facilement à la main et on applique une

deuxième couche à la place de la première. On exécute enfin un troisième terrage. Dès lors le sucre est suffisamment purgé. On laisse s'égoutter dans les formes pendant quinze à vingt jours ; le pain de sucre est fabriqué, il ne reste plus qu'à le sortir des formes, à le dessécher et à le concasser.

Jusque dans la moitié de notre siècle, c'est l'équipage de ces cinq chaudières qui a servi dans les colonies, et quelques usines arriérées n'emploient pas d'autres moyens en ce moment. Cependant les inconvénients étaient nombreux ; il y avait une perte considérable de chaleur, le foyer était placé sous la batterie, et sa flamme allait, chauffant de moins en moins, de la batterie au sirop, du sirop au flambeau, de celui-ci à la propre, et enfin de la propre à la grande, qui recevait la moindre quantité de chaleur ; il y avait aussi perte de sucre, car pendant les dernières opérations de la cuite, l'ébullition trop vive détruisait une quantité notable de sirop. Un premier progrès se fit, qui consista à *chauffer les chaudières à la vapeur ;* l'évaporation se faisait toujours à l'air libre ; on employa des systèmes nombreux, des doubles fonds où circulait la vapeur, des tuyaux, etc. La chaudière de Wenzel jouit pendant longtemps d'une grande faveur. Elle est constituée par un grand bassin demi-cylindrique que l'on remplit de vesou ; dans ce bassin est immergé jusqu'à la moitié un cylindre

cannelé qui peut tourner sur son axe; on comprend qu'après un premier tour les cannelures de ce cylindre se sont chargées de vesou sur toute leur surface, ainsi la surface d'évaporation est considérable; on fait passer la vapeur dans ce cylindre, qui échauffe jusqu'à l'ébullition le vesou contenu dans le bassin demi-cylindrique, et évapore rapidement le liquide retenu par ses cannelures à chaque rotation sur son axe.

Quel que fût ce perfectionnement, il devait être laissé bien en arrière par l'appareil de Howard, et l'appareil à triple effet; mais, dans la construction de ces appareils, intervient un principe nouveau. Si, à l'aide d'une machine pneumatique, nous faisons le vide dans une carafe à demi pleine d'eau, nous voyons bientôt l'eau entrer en ébullition à la température ordinaire, et l'évaporation de cette eau avoir lieu avec la plus grande rapidité. C'est ce principe qui a été appliqué dans une troisième série d'appareils : les *appareils chauffés à la vapeur et à évaporation dans le vide*. L'appareil de Howard, qui fut le premier employé, consistait en une chaudière à double fond, qui communiquait avec un serpentin à l'autre extrémité duquel était une pompe pneumatique; le double fond de la chaudière recevait la vapeur destinée à chauffer le vesou qu'elle contenait; le serpentin était arrosé constamment de vesou qu'il échauffait, tandis que les vapeurs qu'il contenait se condensaient

en eau. On emploie maintenant les appareils à triple et à quadruple effet, que nous aurons à décrire en nous occupant des sucreries de betterave. Nous n'avons voulu montrer ici que les trois stades de perfectionnement par lesquels a passé l'industrie sucrière : 1° chauffage à feu nu et évaporation à l'air libre; 2° chauffage à la vapeur et évaporation à l'air libre ; 3° chauffage à la vapeur et évaporation dans le vide.

Quel que soit le mode de fabrication, de nombreux navires se chargent tous les ans de caisses ou de barriques de sucre de différentes capacités ou de surons, car ce sont les trois formes d'emballage employées dans les colonies : le suron est un sac de peau de bœuf, dont le poil est tourné en dedans, et qui est cousu et lié par des lanières de la même peau.

CHAPITRE III

Succédanés de la Canne.

Le bouleau. — Récolte de la sève. — Vin de bouleau. — Ses divers usages. — L'érable à sucre. — Le camp de sucre. — Le palmier. — Les cocotiers de l'Indien. — Variétés de palmiers à sucre. — Récolte du callou. — Fabrication du jagre. — Blé cafre et blé de Turquie. — Le sorgho producteur de glucose, de saccharose et d'alcool. — Sucre de châtaigne, — de courge.

Quand venait l'époque du renouveau, M. l'abbé Dautel n'aimait rien tant que d'aller voir le manteau vert, dont s'enveloppent les bois, s'épaissir chaque jour; chaque fleur nouvellement éclose sous l'effort du printemps lui était une occasion de louer la Providence, en ce qu'elle donne ses biens sous la forme la plus gracieuse et la plus agréable aux sens, car il n'était pas de plante dont il ne connut les usages et l'utilité. Un jour du mois de mai où la nature sème les fleurs à pleins buissons, mon bon maître et moi, lassés d'une longue course, nous étions assis à l'orée d'un bois, sous le feuillage tremblant d'un bouleau; la soif me dévorait et, loin de toute source, je ne savais comment l'apaiser, quand je vis le bon curé entailler de son couteau jusqu'à l'aubier l'arbre qui nous donnait son

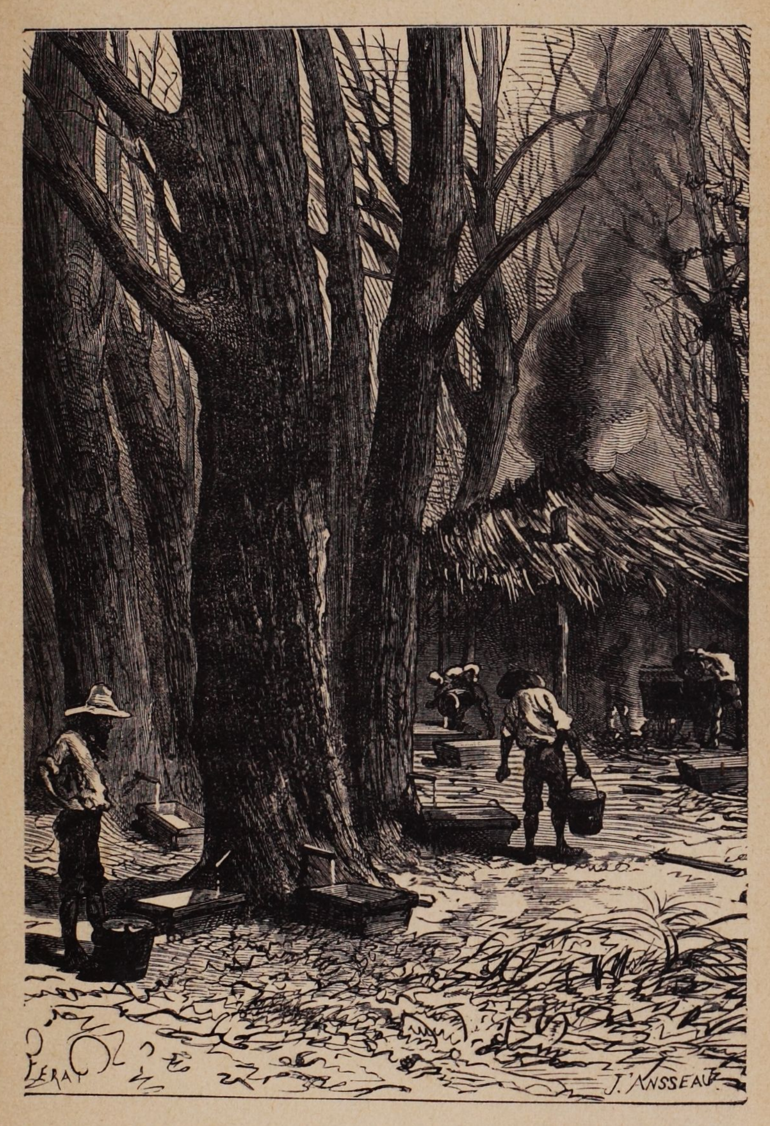
ombre ; la sève coula en un léger filet, qui fournit bientôt assez de liquide pour me désaltérer ; la fraîcheur de la sève s'aromatisait d'un goût sucré et d'un parfum délicat, rappelant cette odeur spéciale des grands bois. Longtemps mon maître m'expliqua les qualités de l'arbre qui m'avait désaltéré et, ce soir-là, oublieux de l'heure dans ses enseignements, il ne revint au presbytère qu'à la tombée du soir.

Le bouleau est, en effet, un de ces arbres où la Providence semble avoir réuni tout exprès un merveilleux ensemble d'utiles produits ; la sève est exploitée dans certains pays pour la fabrication du sucre ; dans les forêts où il abonde, l'ouvrier entaille l'aubier de l'arbre et recueille la sève dans un vase, qu'il renouvelle au fur et à mesure qu'il se remplit ; on fabrique le sucre sur place, en faisant évaporer au milieu des forêts le suc de l'arbre dans des chaudières de fonte ; l'albumine des œufs opère la défécation et, quand le jus est suffisamment concentré en sirop, il est coulé dans des moules où il se solidifie. Si la sève du bouleau contient beaucoup moins de sucre que celle de la canne, puisqu'il ne s'en trouve guère que 1 1/2 °/₀, elle est au moins très abondante au printemps, et un seul rameau peut en fournir jusqu'à cinq kilogrammes en un jour. Les variétés du bouleau sont nombreuses, on en compte jusqu'à 40, qui s'accommodent à presque tous les climats ; les tem-

pératures rigoureuses, loin de lui nuire, sont utiles à sa production sucrière ; quand l'hiver a manqué, la quantité de sucre contenue dans la sève diminue. Cette sève précieuse, contenant du sucre, peut fermenter pour donner un vin fort agréable. Suivant les régions et suivant les espèces, le bouleau a des usages variés. Dans nos campagnes on ne l'utilise guère qu'en réunissant en faisceau ses branches pour en faire de vulgaires balais d'écurie ; mais il a de plus nobles usages, même dans nos contrées : le charbon qu'il fournit remplace celui du fusain pour les dessinateurs ; réduit en poussière il entre dans la fabrication de la poudre à canon. Son écorce est la matière première de petits objets d'étagère et de ces tabatières dites queues de rat, d'un usage si commun. Mais c'est dans les pays étrangers que l'on peut apprécier le mieux l'utilité de cet arbre : en Virginie, l'écorce du bouleau à canot sert à construire de solides pirogues, et pour le Groënlandais, il est l'arbre qui répond à tous les besoins, comme le palmier pour l'Africain ; le Groënlandais a construit sa cabane avec le bois du bouleau et il la recouvre de son écorce ; c'est encore dans son écorce qu'il taille des assiettes, des bouteilles ; avec elle il fabrique des chaussures de lanières nattées ; avec elle il fait des corbeilles, il fait ses filets : c'est encore un morceau d'écorce qui, dans certaines peuplades septentrionales, sert de papier

pour écrire ; déjà nous avons dit que la sève fournissait le sucre et le vin ; l'écorce jeune et tendre est un aliment. Le bouleau nain donne de la cire ; un autre, une huile qui donne aux cuirs de Russie leur qualité ; le bouleau noir fournit une teinture jaune qui sert à colorer les laines.

Le bouleau n'est pas le plus important des arbres à sucre, celui qui en fournit la plus grande quantité est l'érable à sucre des forêts américaines *(acer saccharinum)*. Sa production s'est élevée à un million de kilogrammes en 1880, c'est donc une production avec laquelle il faut compter. L'érable n'a pas les propriétés multipliées du bouleau ; sans doute son bois est excellent pour le chauffage et on l'emploie dans l'ébénisterie pour sa dureté et sa belle couleur rouge, mais la sève de l'érable est surtout ce qui en fait la valeur. Cet arbre majestueux peut atteindre une hauteur de 30 mètres ; il croît dans les terrains fertiles et dans les sols rocailleux dressant tantôt isolément, tantôt par groupe, ses frondaisons vertes que l'automne colore d'un pourpre éclatant. On n'a pas encore fait d'essais sérieux pour l'acclimater dans notre pays et c'est dans les Etats-Unis d'Amérique qu'il est exploité. Les Indiens sont ordinairement les ouvriers de cette industrie ; ils arrivent dans la région de la forêt où se trouvent les érables et établissent là leur *camp de sucre ;* leurs instruments sont de la plus



Récolte de la sève de l'érable à sucre et évaporation du liquide, dans une forêt du Canada.

grande simplicité; quelques tarières, quelques chaudières de fer et des branches de roseau ; un mois durant, au printemps, ils récoltent la sève et fabriquent le sucre ; ils commencent par attaquer le côté sud de l'arbre et dans l'orifice qu'a pratiqué leur tarière, ils engainent le roseau qui conduira le jus dans le réservoir situé au-dessous de lui. En vingt-quatre heures la récolte varie de 1 à 18 litres ; pendant l'exploitation elle atteint en moyenne 113 litres ; les chiffres sont assez variables et la température a sur l'écoulement une grande influence : quand la journée est chaude et la nuit fraîche, les conditions sont les meilleures ; la gelée a une influence variable suivant l'époque où elle se produit ; si elle a lieu pendant la récolte, elle fait cesser l'écoulement de la sève ; si au contraire le froid a été vif pendant l'hiver la récolte du printemps sera bonne. Les arbres supportent bien le traitement nécessité par la récolte et on cite des érables qui ont fourni du sucre pendant une durée de quarante ans.

La quantité de sucre fournie par le jus provenant des incisions supérieures est plus considérable que celle qui est produite par les parties basses de l'arbre ; il est donc probable que le sucre se forme dans la tige et non dans la racine.

Rappelons-nous comme on fabrique le sucre de bouleau ; on fabrique de la même façon le sucre d'érable qui possède un goût vanillé spé-

cial ; c'est ce parfum qui le fait rechercher dans les pays d'origine où cependant le sucre de canne peut pénétrer.

Parmi toutes les richesses végétales des pays chauds, le palmier est le don le plus précieux de la Providence; la variété de ses espèces est infinie, ses usages sans limites et, s'il donne à l'habitant des tropiques le pain et le vin, il donne aussi le sucre.

Bonifas Guizot dans sa *Botanique de la Jeunesse* signale ainsi les bienfaits de cet arbre : « Un voyageur parcourait ces pays situés sous un ciel brûlant où la fraîcheur et l'ombre sont si rares et où on ne trouve qu'à des distances considérables quelque habitation où l'on puisse goûter un repos que la fatigue de la route rend si nécessaire. Accablé et haletant ce pauvre voyageur aperçoit une cabane entourée de quelques arbres au tronc droit, élevé et surmonté d'un gros bouquet de feuilles très grandes, dont les unes relevées et les autres pendantes avaient un aspect élégant et agréable. Rien d'ailleurs, autour de cette cabane, n'annonçait un terrain cultivé. A cette vue qui ranime ses espérances, le voyageur rassemble ses forces épuisées, et bientôt il est reçu sous ce toit hospitalier. Son hôte lui offre d'abord une boisson aigrelette, qui le désaltère et le rafraîchit. Lorsque l'étranger eut pris quelque repos, l'Indien l'invita à partager son repas; il servit divers mets contenus

dans une vaisselle brune, luisante et polie; il servit aussi du vin d'une saveur extrêmement agréable. Vers la fin du repas, il offrit à son hôte des confitures succulentes, et lui fit goûter d'une fort bonne eau-de-vie. Le voyageur étonné demanda à l'Indien, qui, dans ce pays désert, lui fournissait toutes ces choses :

« Mes cocotiers, lui répondit-il. L'eau que je vous ai offerte à votre arrivée est tirée du fruit avant qu'il soit mûr, il y a quelquefois des noix qui en contiennent trois ou quatre livres. Cette amande d'un si bon goût est le fruit dans sa maturité; ce lait que vous trouvez si agréable, est tiré de cette amande; ce choux si délicat est le sommet d'un cocotier; mais on ne se donne pas souvent ce régal, parce que le cocotier dont on a ainsi coupé le choux meurt bientôt après. Ce vin dont vous êtes si content est aussi fourni par le cocotier; on fait pour cela des incisions aux jeunes tiges des fleurs, il en découle une liqueur blanche, qui se recueille dans des vases et qui est connue sous le nom de vin de palmier. Exposé au soleil, il s'aigrit et donne du vinaigre. Par la distillation, on en obtient cette bonne eau-de-vie que vous avez goûtée. Ce même suc m'a encore fourni le sucre pour ces confitures que j'ai faites avec l'amande. Enfin toute cette vaisselle et ces ustensiles qui nous servent à table ont été faits avec la coque des noix de coco. Ce n'est pas tout : mon habitation elle-même, je

la dois tout entière à ces arbres précieux ; leur bois a servi à construire ma cabane, leurs feuilles sèches et tressées en forment le toit ; arrangées en parasol elles me garantissent du soleil dans mes promenades ; ces vêtements qui me couvrent sont tissés avec les filaments de ces feuilles ; ces nattes qui me servent à tant d'usages différents en proviennent aussi. Les tamis que voilà je les trouve tout faits dans la partie du cocotier d'où sort le feuillage ; avec ces mêmes feuilles tressées, on fait encore des voiles de navire ; l'espèce de bourre qui enveloppe la noix est bien préférable à l'étoupe pour calfeutrer les vaisseaux ; elle pourrit moins vite et se renfle en s'imbibant d'eau. On en fait aussi de la ficelle, des câbles et toutes sortes de cordages. Enfin, je dois vous dire que l'huile délicate qui a assaisonné plusieurs de nos mets, et qui brûle dans ma lampe, s'obtient par expression de l'amande fraîche. »

L'étranger écoutait avec étonnement et admiration comment ce pauvre Indien, n'ayant que des cocotiers, avait néanmoins par eux absolument tout ce qui lui était nécessaire. Lorsque le voyageur se disposait à partir, son hôte lui dit : « Je vais écrire à un ami que j'ai à la ville, vous vous chargerez, je vous prie, de mon message. — Oui, sera-ce encore le cocotier qui vous fournira ce qu'il vous faut ? — Justement, reprit l'Indien ; avec de la sciure des branches j'ai fait cette encre, et avec les feuilles ce parche-

min ; autrefois on en faisait toujours usage pour les actes publics et les faits mémorables. »

Malgré toutes les vertus des palmiers, l'Indien n'avait pas encore fait profiter son hôte de tous les avantages qu'il pouvait en retirer ; car ses palmiers lui donnaient sans doute encore de la viande. Probablement n'est-elle pas aussi succulente que le rosbif, mais elle est à coup sûr plus estimée dans certains pays. En Annam, il existe un dattier sauvage qu'on ne cultive jamais pour les fruits, qui ne peuvent acquérir la saveur des fruits d'arbres d'une autre variété ; son seul mérite est de posséder dans le chou palmiste qui couronne le faîte, une sorte de vers blanc, mou, ressemblant à une chenille et muni, du côté de la tête, de petits crochets ; c'est cette larve d'aspect peu appétissant qui est la viande de palmier et qui fait le régal des Annamites ; on peut manger ce gibier aussitôt trouvé, et les amateurs affirment qu'il possède un goût agréable de lait frais ; mais ordinairement on l'engraisse avant de le livrer à la consommation ; on fait de l'élevage, et, comme il en faut pour tous les goûts, on crée des variétés. Suivant le produit qu'on désire obtenir, on nourrit la larve de telle ou telle manière ; mais toujours on lui donne des aliments choisis ; la riche production de ces régions permet de varier la nourriture : l'une sera élevée exclusivement avec des poires ; une autre recevra des pommes ou des pêches, tandis

que d'autres encore seront engraissées avec des kakys ou de savoureuses bananes ; ainsi obtient-on des produits qui rappellent par leur goût les fruits qui les ont nourris ; l'élevage terminé, si l'indigène peut vendre ses élèves dans le village même, il en tire environ vingt-cinq centimes pièce, mais s'il se résout à les porter à la ville, où les amateurs sont plus nombreux, il est payé à raison de cinquante centimes par larve. Une fois à la cuisine ces insectes si chers sont traités avec le même soin, et rien ne vaut l'excellente friture qu'ils fournissent ou les délicieux beignets dont ils font les frais. Pas n'est besoin de dire que cette viande de palmier n'est appréciée que des indigènes, et que, sauf de rares exceptions, les Européens sont demeurés réfractaires à cette friandise.

Les cocotiers de l'Indien fournissaient à sa vie et ainsi que tous les arbres de la famille des palmiers lui donnaient du sucre ; mais il est d'autres espèces de palmiers plus riches en sève sucrée et dont l'exploitation se pratique dans le sud de l'Hindoustan, dans la presqu'île de Malacca, au Cambodge et dans les îles de la mer de la Sonde, à Bornéo, Java, Sumatra. Le sucre qu'on en retire prend le nom de *jagre*. Les variétés les plus connues sont le palmier de Palmyre *(borassus flobelliformis)*, le nipah, le *borassus gommuti* et le palmier d'Aren ou *sagus rumphii*.

Le *borassus flobelliformis* que les indigènes appellent *panii* abonde sur la côte de Coromandel et à Ceylan, pour fabriquer le *jagre* on évapore le *callon* ou vin de palmier; Hoocker décrit ainsi cette exploitation : « Dès qu'un arbre montre ses premières fleurs, on s'assure en coupant un pédoncule jeune, s'il est apte ou non à donner du vin de palmier. Dans le cas où la plaie laisse échapper un liquide, c'est signe que l'arbre est vinifère, et cette propriété, lui donne un prix que n'ont pas les arbres de la même espèce dont les incisions restent sèches et qui ne sont bons qu'à donner des fruits. Les pieds vinifères sont alors livrés aux *tiars* et aux *schanars* qui extraient le suc. Dans une bonne terre les arbres fournissent du vin toute l'année, mais dans un sol maigre, ils sont épuisés après six mois. Un travailleur habile peut en exploiter de trente à quarante à la fois et paye pour chacun d'eux un *fanam* à un *fanam* et demi. Dès que le spadice ou pédoncule floral est à moitié développé tandis que la spathe reste fermée, le *tiar* coupe la pointe de ce dernier organe, serre le bout amputé au moyen d'une ligature faite avec la feuille du palmier, et frappe avec un petit bâton la surface de la portion restante du spadice. L'opération se répète quinze jours durant, et chaque jour on enlève une tranche mince du moignon. Alors la blessure commence à saigner, et l'on en reçoit le suc dans un petit vase fixé au-dessous d'elle ;

ce suc ou *callou* des indigènes est nommé *toddy* par les Anglais. Chacun des jours suivants on rafraîchit la coupe par l'abscission d'une tranche mince ; mais une fois l'écoulement établi, on cesse de battre les spadices. On recueille à part, jour par jour, ce jus écoulé ; le cocotier durant sa période de fertilité développe un spadice par mois, et comme chaque spadice pleure abondamment pendant trente jours, au bout de ce temps, il s'en trouve juste un nouveau qui le remplace ; cependant il continue à larmoyer un mois encore, avant de se dessécher, en sorte qu'on voit d'ordinaire sur le même arbre deux vases collecteurs et jamais plus. »

La production du cocotier ne semble point subir d'arrêt : pendant six mois, l'indigène en récolte les fruits, et les six autres mois il fait couler le *callou* de ses spadices ; quand l'arbre est en bon état, il a laissé perdre après le semestre de récolte une quantité de liquide évaluée à 500 livres ; or le *callou* peut donner la moitié de son poids en jagre, c'est-à-dire qu'un cocotier peut fournir dans son année 250 livres de sucre. Ce rendement n'est pas absolu et nous n'indiquons là que le plus fort, la quantité de sucre contenue dans le *callou* peut n'atteindre que le cinquième de son poids. D'ailleurs le traitement du jus de palmier est simple ; on l'évapore à feu nu dans des bassins de fer, et suffisamment concentré, on le coule dans des noix de coco où il se

solidifie. Les indigènes des pays où croissent les palmes ne sont pas les seuls à extraire le sucre; il existe une usine française à Gondelour dont le rendement dépasse chaque année 800 tonnes de jagre.

Le palmier *nipah* croît à Java, dans les criques humides et dans les estuaires des fleuves; petit mais très résistant, il est souvent recouvert par les hautes marées, ce qui donne à son produit un goût salé apprécié des Javanais. C'est encore de la spadice que l'on retire le *callou* par une incision faite au tiers de sa longueur; le suc s'écoule durant trois mois, puis le bourgeon se flétrit et se fane; un second bourgeon est incisé, mais une fois qu'il a produit sa récolte, les indigènes ne touchent plus aux bourgeons suivants, de crainte de faire périr l'arbre à sucre. Le suc du nipah est traité comme celui du cocotier.

Les procédés d'exploitation sont à peu près les mêmes pour le *borassus gommuti*, gros palmier qui croît comme le nipah sur les côtes basses et marécageuses.

Le palmier d'Aren *(sagus rumphii)* croît sur les collines; avant de l'exploiter, les habitants de Java, où il se développe, attendent une dizaine d'années. A cet âge, l'arbre est mûr pour la récolte et quand vient la saison des fleurs, on ouvre une spathe et on cherche à y déterminer de l'irritation en la secouant vivement et en la



Récolte de la sève du dattier, ou palmier à sucre, dans une forêt du Bengale.

frappant avec un bâton. Au bout d'un mois de ce traitement, on coupe la fleur et sur la section du pédoncule, on place un emplâtre fait d'oignons blancs, de feuilles et de racines du pays et deux jours après, la section du pédoncule est rafraîchie par une nouvelle coupe : le *callou* s'écoule ; la récolte est commencée.

Au Bengale l'exploitation du suc des palmiers se fait par incision du tronc comme pour l'érable du Canada.

Les pays où croissent ces arbres à sucre sont ceux où il a été possible d'acclimater avec succès la culture de la canne, et cependant l'exploitation de ces arbres n'y est pas dédaignée ; s'ils étaient les seuls végétaux saccharifères de la région, leur importance serait plus considérable, et pourtant, malgré la concurrence de la canne, le chiffre de leur production leur assigne un rang honorable parmi les producteurs sucriers de second ordre.

Les graminées, ces herbes modestes dont le nombre et la variété sont si étendus, ces herbes dont une espèce porte notre pain, comptent parmi elles la canne à sucre ; mais cette plante n'est pas la seule de cette nombreuse famille dont on ait extrait du sucre industriellement ; le sorgho et le maïs, blé cafre et blé de Turquie, ont l'aspect de la canne à sucre et en ont aussi la composition saccharine.

Le sorgho paraît avoir été connu en Europe vers le xve siècle; au moment du blocus continental, on fit quelques essais infructueux. En 1851, M. de Montigny en envoya de Shangaï des graines en France. Entre les pays où se cultive la canne et ceux où se récoltent les betteraves, existe une zone étendue dans laquelle on voulait établir l'industrie sucrière. Au moment de l'envoi de M. de Montigny, on crut voir dans le sorgho la plante qui allait combler le vide ; on se pressait trop et l'insuffisance de la culture, un acclimatement incomplet de la plante, une extraction industrielle imparfaite ruinèrent les illusions ; le sorgho déchut de son rang de plante sucrière pour ne conserver de valeur qu'au point de vue de l'alimentation du bétail et à celui de la fabrication de l'alcool. Récemment, M. Leplay et après lui M. Joulie ont repris l'étude du sorgho et ce dernier, après avoir éliminé dans ses calculs les causes de perte, donne comme produit du sorgho à l'hectare la somme de 3,357 kilos. Comme producteur d'alcool, le sorgho n'a pas perdu sa réputation et dès le début de son acclimatement en France, M. Hémet, de Toulon, a prouvé qu'un hectare planté en sorgho donnait 1,708 litres d'alcool bon goût : un hectare de betteraves ne produit que 1,350 litres. La difficulté de l'exploitation du sorgho pour le sucre vient de ce que ce sucre est longtemps dans la tige à l'état de glucose, peu à peu il passe à l'état

de saccharose et au moment de la maturité des graines, le glucose n'existe plus dans les tiges que dans la proportion de 1.50 °/₀; la saccharose atteint près de 14 °/₀. Afin d'avoir un rendement industriel, il faut donc faire des cultures échelonnées et ne couper les tiges qu'au moment précis où elles contiennent le maximum de sucre cristallisable.

Les Zoulous et les Cafres pratiquent l'ensilage du sorgho et cet ensilage réussirait peut-être aussi dans nos pays. L'extraction industrielle est facile : les tiges du sorgho sont coupées à 15 à 20 centimètres au-dessus du sol ; elles sont débarrassées de leurs feuilles et de leurs épis et passées dans un moulin à cannes ; elles rendent 60 °/₀ de vesou ; la bagasse est envoyée aux distilleries. On opère à froid la défécation du vesou à l'aide de la chaux alcoolisée ; le lendemain, le liquide est clair une fois décanté; on distille pour reprendre l'alcool et on concentre jusqu'au point de cuite avec l'appareil à triple effet; la cristallisation se fait abondante et facile; le sucre est légèrement teinté; un peu de noir animal et un filtrage permettent d'obtenir un produit absolument blanc.

Le sorgho tant vanté, puis discrédité et qu'on tend à retirer de l'oubli, ressemble à la canne, ressemble au maïs : c'est une plante dont la hauteur atteint de 2 à 3 mètres si le sol est riche; les tiges en sont droites et légères, au nombre de

huit à dix pour chaque pied; les entre-nœuds sont garnis de la gaine des feuilles qui naissent du nœud inférieur; ce manchon est d'un beau vert glauque et devient, comme le reste de la feuille, jaunâtre à la maturité; de l'extrémité de chaque tige s'élance une flèche légère qui porte un gracieux panicule de fleurs vertes qui passent au violet puis au pourpre foncé.

S'il ne produisait les graines que l'on connaît, le maïs eut peut-être été plus étudié au point de vue de la production sucrière; mais il est peu d'industriels qui consentent à faire un essai toujours douteux pour extraire du sucre d'une plante dont le rendement certain en grains constitue la valeur; cependant certains fabricants n'ont pas craint d'avancer que le maïs, après la maturation de la graine, contient encore assez de sucre pour être traité industriellement avec avantage.

Nous n'avons plus maintenant qu'à indiquer des essais plus ou moins heureux tentés sur les autres plantes saccharifères; il n'existe plus, à part la betterave, d'autres végétaux que ceux que nous avons cités qui concourent efficacement à la production industrielle du sucre. Guerazzi, chimiste de Livourne, extrait de la châtaigne, au commencement du siècle, jusqu'à 10 et 14 °/₀ de cassonade. Hoffmann, de Zambor, extrait de la courge un sucre d'une grande finesse au raffinage. La courge de Valparaiso et la courge du

Brésil sont particulièrement riches en sucre. Nous pourrions passer en revue presque toutes les plantes, s'il nous fallait énumérer toutes celles dont on a tiré ou dont on peut tirer du sucre ; dans la pratique, il y a actuellement deux grandes sources de production sucrière : la canne et la betterave, et bien loin derrière elles arrivent l'érable, le palmier et le sorgho. Nous en avons fini avec la première, et nous allons aborder maintenant l'étude du sucre de betterave.

DEUXIÈME PARTIE

Le Sucre de Betterave

CHAPITRE PREMIER

La Betterave.

La betterave sucrière. — Histoire botanique de la betterave. — Structure de la racine. — Formation du sucre dans la betterave. — Rôle de la feuille et de la lumière. — Croissance de la plante. — La culture de la betterave. — Les graines. — Sélection des porte-graines. — Procédé hydrostatique. — Procédé de l'analyse chimique. — Procédé au saccharimètre. — Les engrais. — Analyse des cendres de la betterave. — Azote et phosphates. — Le labour. — L'ensemencement. — Démariage et binage. — Buttage. — Récolte. — Les ennemis de la betterave. — Maladies cryptogamiques. — Les insectes. — Vers blancs. — Nématode. — Silphes. — Noctuelles.

Dans les jours d'été nous voyons parfois dans la campagne l'horizon sans fin des épis partagé par la ligne d'un champ resté vert. Les sillons y sont couverts de betteraves qui tantôt dressent orgueilleusement leurs feuilles géantes sur le ventre rebondi d'une racine couleur d'or et tantôt laissent au contraire les feuilles s'incliner à terre comme pour cacher une racine petite, blanchâtre et privée de tout riche coloris ; ne dédaignons pas cette plante plus humble, c'est elle

qui est la betterave sucrière, la première ne peut servir qu'à la nourriture des bestiaux, c'est la betterave fourragère.

La bette — c'est son nom vulgaire de famille — croît spontanément sur les rives de la Méditerranée et de l'Océan ; beaucoup d'auteurs s'accordent à y voir l'origine de la betterave ; mais le nombre des espèces de betteraves est considérable ; la graine d'origine, le travail du sol, la rotation des cultures et l'assolement ont sur le rendement en sucre de la betterave une importance de premier ordre et toutes ces causes réunies améliorent des espèces ou les créent. Il y a quelques années encore, la disproportion était énorme entre le rendement de la betterave en Allemagne et celui de la betterave en France ; la guerre franco-allemande dure toujours dans le domaine de l'industrie sucrière et si nous avons fait des progrès et augmenté notre production, nous n'en sommes pas moins dépassés par l'Allemagne dans de formidables proportions. Avant que la loi de 1884, en imposant directement les betteraves, ait donné un puissant essor à cette culture, certains de nos champs ne donnaient qu'une betterave titrant 4 °/₀ de sucre, tandis que les champs allemands donnaient des racines produisant 10 à 12 °/₀. On peut monter plus haut et on a pu constater jusqu'à 17 et 18 °/₀. Ces chiffres 4 °/₀ et 18 °/₀ sont des chiffres extrêmes, mais à cause même de leur dispro-

portion ils permettent de voir dans quelles limites peut varier le rendement en sucre des racines de betteraves.

Quelles que soient les variétés, la betterave appartient à la famille des chénopodées ; c'est une plante bisannuelle formée d'une racine pivotante, sortant en partie hors de terre et coiffée d'un bouquet de feuilles alternes. Les fruits sont capsulaires, assez forts et chaque capsule contient quatre ou cinq graines qui n'arrivent à maturité que vers la fin de la deuxième année. Chaque pied en fournit de 150 à 300 grammes. C'est dans la racine que se trouve le sucre ; elle est composée d'un grand nombre de couches concentriques alternativement claires et foncées quand on examine par transparence une tranche coupée perpendiculairement à l'axe de la racine. Les couches foncées sont les couches vasculaires, les couches claires sont celluleuses. Au microscope on peut juger du peu d'épaisseur des parois de ces cellules qui ne pèsent en effet que 3 à 5 °/₀ du poids de la betterave.

Le sucre contenu dans la racine augmente de quantité à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité inférieure ; le collet pauvre en sucre est au contraire riche en sels ; nous verrons plus loin combien ces sels sont nuisibles dans le travail des jus ; c'est pourquoi on retranche généralement le collet des racines dans les sucreries.

La matière sucrée contenue dans la betterave

est la saccharose et les proportions de glucose que l'on rencontre dans les jus sont dues à l'action de certains ferments contenus seulement dans la betterave arrachée et conservée. Mais cette saccharose de la racine n'est là qu'en grenier pour s'y conserver et servir plus tard à la floraison de la plante et à la formation des graines ; c'est dans la feuille qu'elle se forme ; sous l'influence de la lumière les grains de chlorophylle du limbe de la feuille fixent l'acide carbonique de l'atmosphère ; l'eau est toujours abondante, venant soit de la racine, soit de l'air ambiant et comme le sucre est fait de carbone d'hydrogène et d'oxygène, tous les éléments de sa formation sont en présence ; le Grand Chimiste qui préside à toutes les réactions qui se passent dans le laboratoire de la nature n'oublie pas non plus cette petite cornue qu'est la cellule chlorophyllienne, il y élabore le sucre.

La lumière est un adjuvant indispensable et M. Givard s'exprime ainsi dans le *Dictionnaire de chimie :* « La proportion de saccharose varie dans les limbes du double au simple et même moins du soir au matin. Les quantités de saccharose trouvées se montrent dépendantes intimement de la quantité de lumière que la plante a récemment reçue. Si la journée a été lumineuse, ces quantités sont considérables à la fin du jour ; quelquefois elles atteignent 1 °/° , si la journée a été sombre, elles sont moindres. Toujours la plus

grande partie de la saccharose formée dans le jour disparaît pendant la nuit ; le plus souvent la disparition est de moitié : quelquefois elle est plus marquée encore.

« ... Formée directement dans les limbes, sous l'influence de la lumière, la saccharose est ensuite, à travers les pétioles, transportée à la souche, où elle s'emmagasine peu à peu. Et comme d'ailleurs avec l'âge le bouquet de feuilles augmente de poids en conservant sensiblement la même teneur en matières minérales, il semble qu'à travers les tissus de la plante s'accomplit constamment un double mouvement osmotique en sens opposé, d'où il résulte l'apport à la feuille de matières minérales empruntées au sol, l'apport à la souche de saccharose développée dans la feuille sous l'influence de la lumière. »

Cette utilité de la lumière dans la formation du sucre a été constatée dans le Pas-de-Calais par M. Pagnoul qui prit dans une même culture une certaine quantité de plants de betteraves pour les recouvrir d'une cloche de verre ; un même nombre de plants fut abrité sous une cloche de verre noirci ; l'analyse donna les résultats suivants :

Sucre pour 100 de betteraves :

Air libre	6 96
Cloches transparentes. . . .	4 76
Cloches noircies.	3 09

Mais si la lumière forme la saccharose elle la détruit aussi ; à peine formé le sucre s'accumule dans la racine et là s'il subit l'action du soleil, il se transforme en glucose, c'est pour cela que l'on pratique le buttage des betteraves.

La formation de la racine se fait en trois périodes successives : la première dure jusqu'au 15 juillet ; l'augmentation de la plante est très rapide ; la deuxième va du 15 juillet au 25 août ; pendant ce temps la racine gagne dix grammes par jour dont un de sucre ; la troisième ou période automnale dure du 25 août à la récolte ; la betterave continue à emmagasiner le sucre. A certains signes connus de lui, l'agriculteur juge le moment de l'arrachage arrivé ; la betterave a emmagasiné son maximum de provisions, elles ne serviraient qu'à produire la graine et attendre davantage serait diminuer le rendement.

« Tu reconnais l'arbre à ses fruits, dit Notre Seigneur Jésus-Christ dans l'Evangile ; un bon arbre ne peut produire de mauvais fruits ni un mauvais arbre produire de bons fruits » ; les savants ont repris cette vérité sous une autre forme et ils lui donnent le nom scientifique d'hérédité ; ils disent que le rejeton prend et souvent augmente les qualités bonnes ou mauvaises des individus qui l'ont produit : c'est une vérité pour la série animale et c'en est une aussi dans la série végétale ; pour appliquer ce principe à la

betterave sucrière qui nous occupe, il faut dire : « Pour avoir de bonnes betteraves, il faut prendre les graines de bonnes betteraves. » C'est une chose si connue des agriculteurs que pas un d'eux ne récolte sa graine lui-même ; la culture des betteraves porte-graines est une industrie spéciale qui n'emploie pas moins de 1,000 hectares de terre dans le seul département du Nord. Il faut bien avouer que les Allemands nous ont devancés dans cette culture et que la plupart des fabricants de sucre qui fournissent, ainsi que nous le verrons, la graine aux cultivateurs, l'achètent en Allemagne.

En France, on fournit maintenant de la graine aussi bonne, parfois meilleure, mais les Allemands vendent leurs graines à un prix moins élevé; aussi l'importation de graines de betterave est-elle très considérable et a-t-elle augmenté : en 1892 on importait 1,373,000 kilos de graines et en 1895 près de 3 millions de kilos ; cependant si l'étranger vient apporter ses graines sur notre territoire, nous en envoyons aussi dans les pays voisins, mais tandis que l'importation augmente, notre exportation diminue ; en 1892 nous faisions sortir de France 2,203,000 kilos de graines et en 1895 il n'en est sorti que 1,202,000 kilos. On voit que, pendant que l'importation augmentait de moitié, l'exportation diminuait à peu près aussi de moitié.

C'est en Allemagne qu'a pris naissance un pro-

cédé grossier de sélection qui a cependant donné de bons résultats : M. Vilmorin l'a employé longtemps en France et est arrivé ainsi à améliorer considérablement les espèces de la betterave sucrière ; les betteraves les plus riches sont les plus denses : on place donc dans l'eau une certaine quantité de racines ; celles qui surnagent sont rejetées, celles qui vont au fond sont gardées pour une seconde épreuve semblable faite avec de l'eau légèrement salée ; après avoir encore rejetées celles qui ont surnagé dans cette seconde épreuve, on pratique une troisième et une quatrième épreuve et on ne prend comme porte-graines que les racines qui ont subi avec succès la dernière épreuve. Actuellement on emploie des méthodes plus scientifiques ; on fait l'analyse des racines avec un échantillon prélevé sur chacune d'entre elles et on repique au printemps comme porte-graines celles qui ont accusé la plus riche teneur en sucre.

Ce dosage se fait ainsi : on enlève à l'aide d'un emporte-pièce un petit cylindre de racine au-dessous du collet ; le trou pratiqué par l'emporte-pièce est immédiatement rebouché par une fiche de bois portant un numéro ; sur le cylindre de betterave enlevé on prend exactement cinq grammes coupés en fines lamelles et placés ensuite dans un ballon de verre numéroté du même numéro que la fiche de bois qui a remplacé dans la betterave le cylindre enlevé : dans ce ballon

on met 10 centimètres cubes d'acide sulfurique au dixième et après ébullition la saccharose est transformée en glucose ; rien n'est plus facile que de doser le glucose, car ce sucre a la propriété de décomposer une liqueur bleue dite liqueur cupro-potassique et de la transformer en un précipité de couleur rouge. On compte le nombre de gouttes nécessaires pour que tout le glucose soit saturé et, à l'aide de tables dressées à cet effet, on connaît la teneur en glucose qu'un calcul fait sur d'autres tables transforme en teneur de la saccharose.

Il faut une organisation complète pour répéter sur un grand nombre de betteraves de telles opérations ; aussi chez les uns, comme chez M. Fouquier d'Hérouël, un employé est préposé à chaque opération, l'un sonde, l'autre pèse, un troisième intervertit ou filtre ou dose ou enregistre. Chez M. Lecq, un système de mouvements d'horlogerie permet d'exécuter jusqu'à 2,500 dosages par jour. Nous trouvons dans la *Revue agricole* de Valenciennes la méthode de dosage employée chez M. Simon-Legrand. Ce dosage se fait au saccharimètre, qui donne des résultats plus précis que le dosage chimique par le réactif cupro-potassique.

Les racines, amenées dans un magasin d'attente contigu au laboratoire, subissent tout d'abord un triage rigoureux, afin d'écarter toutes celles qui manifestent une tendance à dégénérer ;

cette sélection physique est faite par des ouvriers habiles et expérimentés. Les betteraves triées amenées au laboratoire sont perforées au moyen d'un foret-râpe de Keil, puis placées dans une série de casiers numérotés de 1 à 288. Ces casiers sont disposés sur un tourniquet de forme hexagonale, à raison de 48 par panneau. Le foret-râpe, qui tourne avec une rapidité considérable (1,200 tours à la minute), se compose essentiellement d'une petite râpe conique percée d'ouvertures longitudinales et munie d'une tige terminée par un piston ; le tout est fixé par une fermeture à baïonnette sur la tige creuse du cytindre constituant le corps de l'appareil ; la betterave présentée au foret donne une pulpe très fine qui pénètre par les ouvertures et remplit l'espace limité par le piston : la betterave étant perforée, on retire le cône qui entraîne la râpure ; l'échantillon doit représenter la richesse moyenne de la racine. La râpure de chacune des racines est reçue dans un godet de verre : signalons le dispositif ingénieux adopté pour éviter toute confusion dans la suite des manipulations auxquelles les nombreux échantillons prélevés vont être soumis. Il consiste en une série de 48 supports en bois, présentant chacun 6 alvéoles : ces alvéoles sont numérotées de 1 à 288, et l'échantillon que chacune d'elle renferme correspond toujours au numéro du casier du tourniquet où est placée la betterave soumise à l'ana-

lyse : la section de ces alvéoles est telle que l'on peut y déposer successivement le godet à râpure, une capsule métallique, un ballon de 50 centimètres cubes, un verre. Quatre personnes sont continuellement occupées aux pesées. Deux chimistes, employés à tour de rôle, font 96 polarisations successives, on arrive ainsi dans ce laboratoire au chiffre respectable de 5,000 analyses par jour. Pour un travail quotidien de 5,000 analyses, le laboratoire de M. Simon-Legrand compte comme personnel : un surveillant, un homme pour le transport des betteraves, deux pour la prise des essais, quatre personnes pour les essais, deux pour le jaugeage des ballons, deux pour le nettoyage des capsules, deux pour la filtration, deux chimistes et un aide pour les polarisations, un homme pour la classification des betteraves-mères et deux personnes pour les nettoyages divers, au total vingt personnes occupées dix heures.

Le résultat de ces travaux fournit une betterave pesant 500 grammes en moyenne, car les grosses racines contiennent proportionnellement moins de sucre. La racine doit être régulière, bien pivotante, car un type racineux ne se débarrasse pas complètement de la terre ni des cailloux au lavage, et use et brise ainsi les couteaux du coupe-racines ; on recherche aussi la diminution du collet, qui contient tant de sels potassiques, producteurs de mélasse, et surtout la richesse en

sucre : les espèces de betteraves sont dérivées de la betterave de Silésie ; en Allemagne on cultive beaucoup la betterave impériale et l'électorale ; en France, parmi les variétés, nous citerons les suivantes (1) :

Simon-Legrand. . .	17,76 °/ₒ	de sucre.
Dippe (Renaudat). .	17,58	—
Fouquier d'Héroüel. .	17,18	—
Vilmorin	16,83	—
Desprez	16,23	—

Déjà, en 1884, M. Simon-Legrand avait annoncé la possibilité de pareils résultats devant la commission de la Chambre des Députés et il n'avait guère rencontré que des incrédules et des contradicteurs parmi les cultivateurs entendus par la commission ; tous affirmaient que le sol de l'Allemagne valait mieux que le nôtre pour la culture de la betterave, et que leurs champs étaient fatigués par la production ; cependant, sous l'influence de la loi de 1884, les cultivateurs se sont trouvés dans l'obligation d'améliorer leurs cultures, et le progrès a grandi rapidement d'année en année, car, nous l'avons déjà dit, la terre ne se fatigue pas, elle s'épuise seulement des sels minéraux nécessaires à chaque culture. Si un assolement bien compris restitue à la

(1) *Expériences de Culture betteravière*, Auchy-la-Montagne, 1897.

terre les sels qui lui ont été enlevés, elle produira indéfiniment.

Ces matériaux salins que la betterave enlève à la terre ont été décelés par l'analyse des cendres de ces plantes ; on a trouvé dans ces cendres une forte proportion de potasse et beaucoup d'acide phosphorique, le tout accompagné de soude, de chaux, de magnésie, de chlore et de silice ; on trouve aussi beaucoup d'azote dans la composition de la betterave ; il faut cependant éviter avec soin l'excès d'azote dans le sol où l'on veut cultiver la betterave ; sans doute les engrais fortement azotés activent la végétation et donnent un rendement plus considérable, mais, en même temps, ils augmentent dans la plante les principes qui transforment la saccharose en glucose, et augmentent ainsi les difficultés de la défécation. On préfère donc, dans la pratique, avoir un jus plus pur et moins riche en sucre, qu'un jus ayant une forte teneur saccharine mais donnant beaucoup de mélasse. La valeur des engrais minéraux pour la production de la betterave sucrière a été établie ainsi par M. Pellet :

1° Acide phosphorique ;
2° Magnésie ;
3° Chaux ;
4° Potasse et soude ;
5° Ammoniaque.

Le sol doit contenir 40 kilogrammes d'acide phosphorique par hectare, sinon il est néces-

saire d'en ajouter sous forme de superphosphates.

L'emploi du fumier de ferme dans la culture de la betterave est défendu par certains agriculteurs qui lui reprochent de favoriser la production des insectes ennemis de la plante. Quant à la quantité d'engrais azotés ou phosphatés que l'on doit ajouter, elle dépend de la nature du sol que l'analyse chimique aura déterminée ; il est inutile et même nuisible d'ajouter des engrais azotés dans les terres déjà fortement pourvues d'azote; par contre, un excès d'acide phosphorique ne paraît pas devoir être nuisible. Les engrais doivent être mis à l'avance : la pratique allemande est de les répandre ordinairement un an à l'avance ; en France, on les sème à l'automne et on les enterre par les labours d'hiver ; on ne doit pas les confier au sol immédiatement avant les semailles.

Si on se rend compte de la forme pivotante de la racine de la betterave, il sera facile de comprendre que pour favoriser l'enfoncement dans le sol de cette racine, il sera nécessaire de travailler le sol et le sous-sol profondément : la terre doit être fouillée à une profondeur de $0^{m},35$ à $0^{m},40$; dans certains endroits, où la couche de terre arable n'offre qu'une petite épaisseur, on emploie la culture en *ados :* on trace des lignes parallèles à l'aide d'une charrue à deux versoirs, qui rejette la terre à droite et à

gauche ; ainsi se forment deux talus ou ados qui offriront à la racine de la betterave une profondeur suffisante de terre nourricière.

Après ces labours profonds d'hiver, on fait encore dans certaines terres des labours au printemps, immédiatement avant les semailles. Quand le renouveau a verdi la campagne, et qu'il n'y a plus à craindre les gelées destructives, le cultivateur sème la graine que lui a donnée le fabricant de sucre ; souvent il la mouille pendant quelques heures dans de l'eau à 30 degrés, 35 degrés, et, prévoyant déjà les insectes ennemis de la plante, il les humecte avec de l'huile de cameline ou le jus du fumier ; certains pratiquent un enrobage dans une pâte de phosphate de chaux ; d'autres préfèrent laisser la graine telle qu'elle est. On sème en touffes ou en lignes, à la main ou au semoir, mais toujours on sème une quantité de graines supérieure au nombre des plants que l'on conservera ; ces graines sont recouvertes de deux centimètres de terre ; parmi les graines enfouies, les unes deviendront la proie des insectes, les autres ont perdu leurs facultés germinatives, d'autres enfin sont enfouies trop profondément ou placées trop superficiellement pour germer ; il est donc nécessaire, comme nous l'avons dit, d'employer une quantité de graines plus considérable que le nombre de pieds que l'on conservera : on emploie pour cela de 18 à 20 kilogrammes de semences.

Bientôt la jeune betterave apparaît et, quand les feuilles ont atteint environ $0^{m},10$, on commence les travaux de la culture proprement dite.

A cette époque, on voit sur les routes des campagnes des hommes vigoureux, au teint hâlé, les habits misérables, portant sur leur dos la besace où sont enfermés les objets et les vêtements dont ils font usage ; ce sont des Belges, des Bretons parfois, qui viennent toutes les années dans la même région pour cultiver la betterave ; on les voit sans relâche biner et sarcler les champs.

On pratique d'abord le *démariage*, puis il se fait deux binages. La première opération est très importante, elle consiste à enlever les plants en excès, de façon à laisser entre chaque pied un espace suffisant pour le développement de la betterave : il y a quelques années, l'espace qu'on laissait entre chaque pied était trop considérable, $0^{m},50$ environ de chaque côté; on obtenait une augmentation de volume de la betterave, au détriment de la richesse et de la pureté du jus ; il faut cultiver serré pour avoir une grande richesse saccharine, et, si on laisse de $0^{m},40$ à $0^{m},45$ entre chacune des lignes des semailles, on n'écarte guère que de $0^{m},20$ chacune des betteraves qui composent ces lignes. Deux fois on procède à un binage profond ; c'est, dit un proverbe, *la pioche qui fait le sucre;* proverbe analogue à celui des colonies

d'après lequel *le sucre se fait dans les champs ;* en même temps qu'il fait le binage, l'ouvrier ramène autour de chaque plante la terre qu'il soulève pour butter chaque racine ; nous avons déjà expliqué la raison d'être de cette pratique ; sous l'influence de la lumière, la saccharose formée se transforme en glucose, sucre non cristallisable ; la betterave s'accroît vite, et quand on juge qu'elle a atteint son maximum de sucre, vers la fin de septembre ou au commencement d'octobre, on pratique son arrachage à la main ou à la mécanique ; sur le terrain même on la débarrasse de l'excès de terre, on retranche le collet d'un coup de couteau, et on la porte à la sucrerie, à moins que, préférant la livrer plus tard, on la garde en silos.

Le père Lebled, comme on l'appelait, était fort brave homme, mais il ne cessait de geindre et de se plaindre ; au surplus il accusait tout le monde : ses charretiers, ses ouvriers, le gouvernement et lui-même quand il n'en trouvait plus d'autre. Le jour d'octobre où je le rencontrai, il surveillait l'envoi à l'usine de tombereaux de betteraves ; j'eus la curiosité de savoir de quoi il n'était pas content ce jour-là ; mal m'en prit, car l'explication commencée à trois heures de l'après-midi ne se termina qu'au dîner, et encore je me souviens avec quelle vénération, ce soir-là, je regardai le morceau de sucre que je fis fondre dans mon thé, je le considérai comme un

véritable Moïse sauvé des maux terribles qui, toutes les années, assaillaient la betterave. C'est que le père Lebled m'avait appris dans la journée que la récolte avait été mauvaise (elle est toujours mauvaise pour le père Lebled) ; il m'avait dit que les betteraves sont sujettes à des maladies causées par des champignons ; l'un d'eux produit le noircissement des racines, et le microscope seul peut révéler l'envahisseur ; d'autres fois, quand la sécheresse est par trop forte au mois de juillet ou d'août, un autre champignon se développe, qui cause la pourriture sèche et la pourriture du cœur de la betterave ; puis on signalait la rouille de la betterave, la gale de la betterave, le gomnosis, qui rend malades les vaches qui ont mangé des betteraves atteintes ; les bêtes deviennent alors fourbues et présentent des tremblements musculaires. Heureusement que cette maladie-là est rare.

Mais les véritables ennemis de la betterave ce sont les insectes ; les vers blancs qui rongent les racines ; les *nématodes* qui naissent vers la fin de l'été et se multiplient, comme le phylloxera, avec une effrayante rapidité ; mais comme cet insecte ne se développe que dans les couches superficielles du sol, les labours profonds, qui l'enterrent, sont un excellent préservatif. Le silphe a fait beaucoup de ravages récemment dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Le silphe est un coléoptère qui s'attaque

aux feuilles ; pour le détruire, on l'empoisonne en saupoudrant les feuilles de sels d'arsenic. Mais le grand ennemi de la betterave est la chenille coureuse, la noctuelle, qui ronge le collet de la plante et ouvre ainsi en elle une porte à toutes les décompositions et à toutes les déprédations des insectes. Pour s'opposer aux ravages des noctuelles, on emploie différents procédés :

1° Les enfants leur font la chasse ; ils passent entre les lignes des plants et enferment toutes les noctuelles qu'ils trouvent dans des sacs faits exprès, à petite ouverture par laquelle elles ne peuvent plus sortir. Parfois on entoure le champ d'un petit fossé, les noctuelles y tombent et on les ramasse ensuite : un comte russe a fait construire une machine à prendre les papillons provenant de la chenille coureuse ; d'autres les prennent à la glu ou à l'huile, en les attirant la nuit à l'aide de lumières ;

2° Une autre méthode consiste à semer des plantes antiparasitaires entre les lignes de betteraves ;

3° Un troisième procédé est de multiplier les plants quand ils sont jeunes, les insectes ayant ainsi une riche provision nutritive, laissent toujours suffisamment de pieds intacts pour la production du champ.

Si le père Lebled avait eu à lutter seulement contre la moitié des ennemis de la betterave qu'il décrivait avec tant d'horreur, il n'aurait jamais

pu compléter le chargement de ses tombereaux ; il le compléta cependant fort bien, et m'avoua que si les insectes n'avaient pas raison, les plus grands torts venaient du gouvernement et du fabricant de sucre, et il m'invita à l'accompagner le lendemain à la sucrerie, pour me rendre compte moi-même de la justesse de ses plaintes.

CHAPITRE II

Des Champs à l'Usine.

Livraison des betteraves. — Système Linard. — Vente des betteraves. — Lavage. — Laveur Champonnois. — Laveur à vis d'Archimède. — Laveur-épierreur. — Le carrousel. — La prise en charge.

Le lendemain une gelée blanche avait pendant la nuit affermi les chemins, les lourdes charrettes avaient un bruit de roulement plus clair, et les chevaux excités par la voix de leurs conducteurs et l'air frais du matin donnaient leur effort à plein collier prêts à faire la longue route qui séparait la ferme du père Lebled de la sucrerie.

Le système Linard n'était pas pratiqué dans la région, et l'usine s'approvisionnait à des fermes situées parfois à 25 et 30 kilomètres de distance. Le système Linard consiste à établir au centre du pays producteur de betteraves un certain nombre de râperies ; c'est à ces râperies que sont transportées les racines ; c'est là qu'on extrait le jus qu'elles contiennent par un des procédés que nous indiquerons plus tard. Chacune de ces râperies n'est qu'une annexe d'une

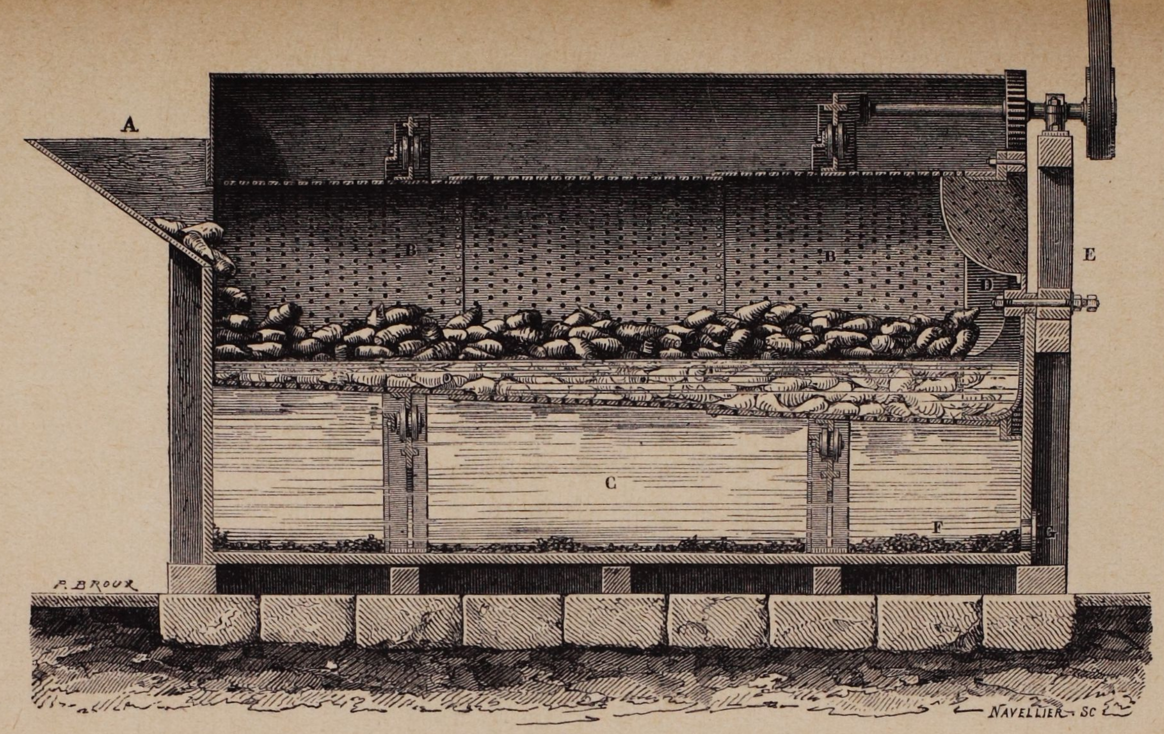
usine centrale où se fera le reste de la fabrication; chacune d'elles est mise en communication avec cette usine au moyen d'un tuyau de fonte dont le calibre varie suivant la distance à parcourir : ces tubes sont ordinairement placés le long des routes à $0^{m},80$ sous terre. A la râperie, on place un bac qui recueille tout le jus fourni par les betteraves ; ce bac est jaugé afin qu'il soit possible de se rendre compte de la quantité de jus produite ; on ajoute au jus une petite quantité de chaux qui commence déjà à froid la défécation, car, quand tout est préparé, le jus s'écoule dans les tuyaux souterrains et part pour voyager jusqu'à l'usine ; souvent il lui faut un temps assez long, car il ne franchit guère que $0^{m},30$ par seconde, il met donc dix heures pour franchir 10 kilomètres. L'usine centrale reçoit le jus ainsi refoulé par les pompes foulantes de la râperie dans des bacs jaugés afin d'accuser réception de la quantité de jus qui a été envoyée. Certaines usines possèdent jusqu'à 200 kilomètres de tubes vecteurs du jus. Mais quand le système Linard n'est pas établi dans une région, l'agriculteur doit porter à la sucrerie ses betteraves soit par le chemin de fer, soit par les charrettes; c'est pourquoi le père Lebled employait sa journée à livrer ses betteraves. Le calvaire commença pour lui à l'arrivée à la sucrerie; ses betteraves furent pesées ; mais quand il vit que le fabricant lui retranchait une

partie du poids parce que ses racines mal secouées et arrachées par un temps pluvieux étaient encore pleines de terre, il s'emporta et se plaignit plus que jamais de la dureté des temps; une fois calmé, il lui fallut discuter de nouveau, le fabricant trouvait qu'il n'avait pas assez retranché le collet de ses betteraves et qu'il y aurait ainsi trop de mélasse dans le jus qu'il pourrait en retirer; enfin l'accord se fit là-dessus et il s'agit dès lors de déterminer la densité du jus, la richesse saccharine de la betterave; le père Lebled les garantissait extra-riches et l'analyse lui donna raison. Tout en empochant la somme assez ronde qui lui revenait pour sa marchandise, il gémissait sur l'état actuel des choses; il prétendait que sans doute il avait été payé à raison de 28 francs les 1,000 kilogr., parce que sa betterave était riche; mais aussi que de frais pour la produire et cette variété qu'il avait plantée ne lui donnait guère que 35,000 kilogr. à l'hectare; autrefois, avant que l'impôt ne fut mis directement sur la betterave, on ne lui payait que 20 francs les 1,000 kilogr., quelle que fût sa teneur en sucre, mais il pouvait cultiver des variétés lui donnant 45 à 50,000 kilogr. à l'hectare, et c'est en maugréant ainsi que nous arrivâmes assez tard à la ferme.

Les betteraves ne sont pas toujours livrées ainsi au sortir du champ, la campagne sucrière

dure quatre mois, elle ne se termine qu'à la fin de janvier ; à cette époque toutes les racines sont arrachées et on ne travaille plus que des betteraves conservées soit dans des caves, soit plus ordinairement dans des silos : on appelle silo une fosse de peu de profondeur, d'une largeur de 1 mètre à 1m,50, on y en tasse régulièrement les racines que l'on élève en dos d'âne au-dessus du sol : l'amas des racines est recouvert de terre sur une épaisseur de 0m,30 ; on ménage des cheminées d'aération dans le silo et on l'entoure d'une rigole destinée à l'écoulement des eaux.

Les betteraves livrées à la sucrerie sont utilisées de suite, afin d'éviter les fermentations qui ne manqueraient pas de se produire dans un amas abandonné pendant un certain temps. La première opération est celle du *lavage*, les instruments employés sont des plus simples, on emploie le laveur Champonnois, le laveur à vis d'Archimède et le laveur-épierreur. Le laveur Champonnois est constitué par un cylindre de 1 mètre de diamètre et de 2 à 3 mètres de longueur, la paroi de ce cylindrc est à claire-voie et il trempe à demi dans l'eau dans le sens de sa longueur ; sa position est presque horizontale mais cependant légèrement inclinée, et il est animé d'un mouvement de rotation de 15 tours par minute ; un plan incliné fait descendre les betteraves dans ce cylindre ; en frottant les unes

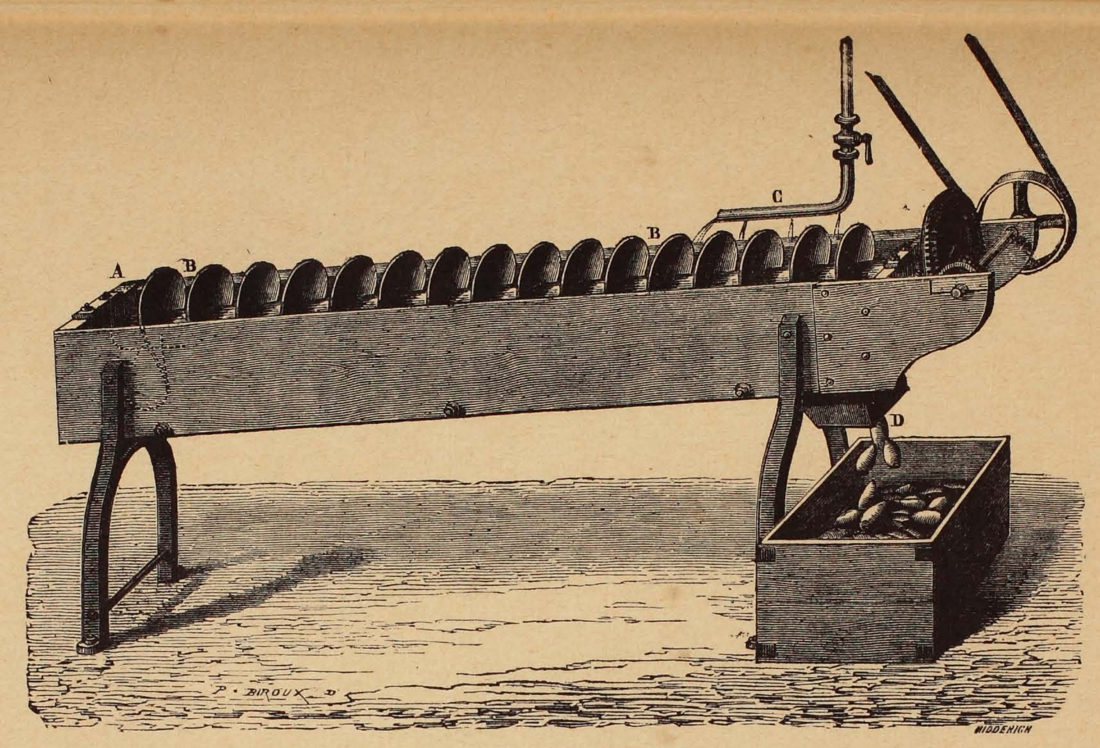


Laveur Champonnois.

A, entrée des betteraves; B, cylindre laveur; C, eau de lavage; D, hélice pour la sortie des betteraves; E, sortie; F, boues.

contre les autres dans le mouvement de rotation du cylindre, elles se débarrassent de la terre et des cailloux qu'elles retiennent encore, malgré le secouage dans les champs, et arrivées à l'autre extrémité du cylindre elles sont prises par les bras d'une hélice de fer qui les rejettent sur un plan incliné ; il est nécessaire de renouveler fréquemment l'eau de lavage. Le laveur à vis d'Archimède est également constitué par un cylindre incliné dont l'axe est formé par une vis d'Archimède, les betteraves arrivent par l'extrémité du cylindre située le plus bas, la vis force les betteraves à remonter jusqu'à l'extrémité supérieure du cylindre où on les recueille ; elles se sont débarrassées de la terre et des cailloux pendant le trajet parce que, par cette extrémité supérieure, on fait passer un courant d'eau. Dans certaines usines on emploie le laveur Champonnois et le laveur à vis d'Archimède, les betteraves subissent ainsi un double lavage.

Le laveur-épierreur enlève séparément la terre et les cailloux ; c'est une grande caisse métallique inclinée dont la partie la plus longue est le laveur, la plus courte l'épierreur : l'axe de cette caisse est traversé par un arbre portant des spirales dans le laveur et des branches de fonte montées en croix dans l'épierreur ; l'appareil est muni d'un double fond. Dans la première partie, les betteraves sont débarrassées de la terre ; dans la seconde partie, elles sont rejetées



Laveur à vis d'Archimède.

A, arrivée des betteraves ; B vis d'Archimède ; C, arrivée de l'eau ; D, sortie des betteraves.

par les croix de fonte sur un plan incliné, tandis que les cailloux plus lourds tombent au fond.

Les produits du lavage formés de boue et de radicelles sont soigneusement recueillis, car ils forment un engrais excellent. En sortant du lavage les betteraves sont portées au carrousel : on nomme ainsi une grande table ronde qui tourne avec lenteur chargée des betteraves qui viennent d'être lavées ; autour de cette table sont assises les ouvrières qui prennent les racines au fur et à mesure qu'elles se présentent ; à l'aide d'un couteau ou d'un foret mécanique, elles enlèvent la tête et le collet de la betterave, si cela n'a pas déjà été fait par le cultivateur ; elles enlèvent les radicelles, retranchent les parties avariées ; dès lors on se trouve en présence de la betterave telle qu'elle doit être mise en œuvre ; mais avant de faire subir aux racines les opérations que nous allons décrire, l'employé de la régie survient qui fait peser ces betteraves prêtes à être travaillées et inscrit la prise en charge de l'usine ; c'est en effet sur ce poids officiellement constaté que sera établie l'imposition du sucre ; cette manière de faire fonctionne en Allemagne depuis plus de cinquante ans ; il est probable que ce mode d'imposition est pour beaucoup dans la prospérité sucrière de l'Allemagne ; il est facile de comprendre que puisque le fabricant de sucre paie une imposition égale qu'il tire 5 [kilogr. ou

10 kilogr. de sucre pour 100 de betteraves, il a intérêt à exiger des betteraves riches du cultivateur et à perfectionner son outillage pour retirer le maximum de sucre possible. La France a adopté ce mode d'impôt depuis 1884 seulement et les effets favorables ont été immédiatement appréciables dans l'industrie.

CHAPITRE III

Fabrication de la Pulpe.

Les râpes à denture externe. — La râpe à sabot. — Râpe Klusemann. — Râpe de Robert de Seelowitz. — Râpes à denture interne. — Râpe Champonnois.

Quand les betteraves sont ainsi prêtes, la véritable fabrication commence ; elle comprend trois périodes :

La réduction des betteraves en pulpe ;
L'extraction du jus ;
L'extraction du sucre.

On réduit les betteraves en pulpe afin de déchirer les cellules qui contiennent la matière sucrée ; ces cellules sont extrêmement nombreuses puisqu'il en existe à peu près mille par millimètre cube, on voit à quel degré de finesse doivent atteindre les râpes. Toutes celles que l'on emploie sont constituées par un cylindre muni de dents qui déchirent la betterave, seulement tandis que dans le système à denture externe les dents font saillie sur la face extérieure du cylindre, au contraire dans le système à denture interne elles font saillie sur la face intérieure.

Des râpes à denture externe la plus ancienne est celle qui était manœuvrée à bras par un enfant au début de la fabrication du sucre de betterave; le principe de la *râpe à sabot* que l'on emploie actuellement est le même, mais on a remplacé la manivelle à bras par deux poulies situées de chaque côté d'un tambour qu'elles font tourner avec une vitesse variant de 700 à 1,000 tours par minute ; ce cylindre présente une surface de $1^{m},50$ environ, il est muni sur sa face extérieure de lames dentées qui sont mobiles, de sorte que si quelques lames sont ébréchées on peut les changer sans pour cela déranger l'appareil : il est nécessaire d'avoir grand soin que toutes les lames dentées soient exactement au même niveau, car le cylindre est entouré d'une feuille de tôle qui empêche la perte de la pulpe et qui n'est séparée des dents du cylindre que par un espace très restreint; les dents du cylindre sont en acier ou en fer; elles s'usent plus vite en fer mais en acier elles sont plus cassantes et plus chères. Ce cylindre armé de dents très petites, très rapprochées, très tranchantes et tournant avec une extrême rapidité, c'est la râpe ; il faut se rendre compte maintenant de la façon qu'arrivent les betteraves. Elles viennent par un plan incliné jusque sur une pièce nommée poussoir; de temps en temps le poussoir se recule brusquement et une certaine quantité de racines tombent entre lui et le cylindre râpeur ; aussitôt

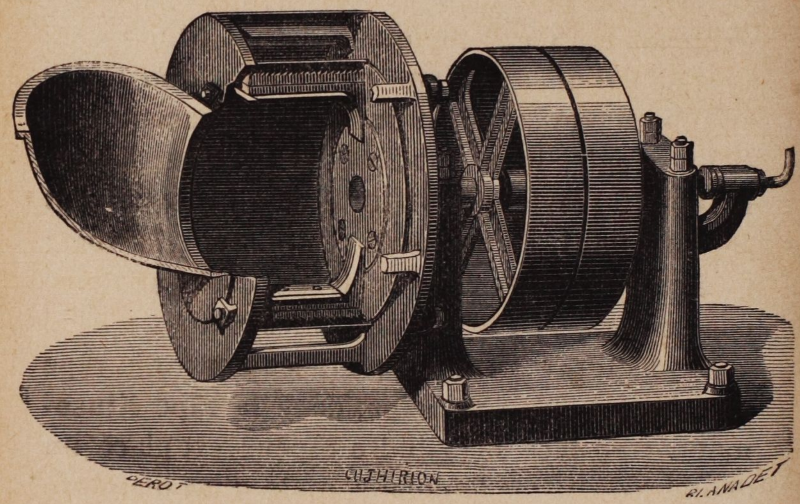
le poussoir se rapproche du cylindre en poussant sur lui les betteraves et en les maintenant appuyées contre lui au fur et à mesure qu'il les râpe. Il faut un mouvement de pression lent et un recul rapide afin de diminuer le temps pendant lequel la râpe tourne à vide. Dans la râpe à sabot le mouvement de pression continu est donné par un excentrique agissant par l'intermédiaire d'un galet sur la branche d'un levier angulaire fixé au poussoir ; quand l'excentrique cesse d'agir, leur contrepoids fixé à l'autre branche du levier angulaire écarte brusquement le poussoir ; les betteraves remplissent le vide ; l'excentrique agit alors et le poussoir s'avance contre la râpe en y conduisant les racines.

Les betteraves sont appliquées contre la râpe d'après un autre principe, dans la râpe Klusemann : en face le cylindre râpeur est placé un cylindre de même longueur, mais d'un diamètre moindre, il est garni de cannelures et tourne *en sens inverse* de la râpe, les betteraves maintenues par les cannelures du petit cylindre sont déchirées par les dents de la râpe ; mais tandis que la râpe fait 25 tours, le cylindre cannelé en fait un seul.

Le système le plus simple de râpe à denture externe est celui de Robert de Seelowitz, la pression de la betterave sur la râpe a lieu par l'action du poids des betteraves mêmes ; une gaine, plus large en bas qu'en haut, est adaptée sur

toute la longueur du cylindre râpeur ; on remplit cette gaine et les betteraves en contact avec la râpe subissent la pression de toutes celles qui sont au-dessus d'elles.

Les râpes à denture interne ont leurs dents placées à l'intérieur du cylindre ; la râpe la plus



Râpe Champonnois.

employée de ce système est la râpe Champonnois. Le cylindre offre ordinairement un diamètre de 0^{m},40, il est muni de dents qui dépassent la surface interne de ce cylindre à un demi-millimètre ; entre chaque lame dentée sont de petites fentes de deux millimètres d'ouverture ; au centre du cylindre est une palette de fer. Les betteraves sont introduites dans l'intérieur du cylindre qui reste immobile, mais la palette

tourne avec une rapidité de 700 à 750 tours par minute ; la force centrifuge projette les betteraves contre les lames dentées et la pulpe délayée par l'eau qu'on projette dans le cylindre passe par les ouvertures placées entre les dents de la râpe. On ne peut donc avoir par ce système ni lanières, ni semelles et la pulpe obtenue est toujours de la plus grande finesse.

Le nombre des râpes à betterave est sans limites, mais toutes dérivent du principe de la denture externe ou de la denture interne et nous en avons assez dit pour que l'on puisse comprendre leur mécanisme.

CHAPITRE IV

Fabrication du Jus.

La presse hydraulique. — Blaise Pascal. — *Les presses continues* à surface filtrante. — Dépulpeur Champonnois. — Presses continues à toile sans fin. — *Les turbines.* — *La diffusion.* — Principe de la diffusion. — Macération de Mathieu de Dombasle. — Lévigateur de Pelletan. — Méthode de Robert. — Batterie de diffusion. — Le coupe-racines. — Couteaux faîtières et couteaux Naprawil. — Les diffuseurs et les calorisateurs. — Marche de la diffusion. — Batteries allemandes. — Batteries tournantes. — Diffuseur continue. — *La pulpe.* — Pulpe des presses et pulpe de diffusion. — Pulpe pour l'alimentation du bétail. — Les bœufs au sucre. — Pulpe saine, loyale et marchande.

La racine est réduite en pulpe, mais si fine qu'elle soit, les mille cellules que contient chaque millimètre cube ne sont pas ouvertes, il faut les déchirer, les faire éclater pour en extraire le suc, c'est ce que l'on se propose par l'emploi des presses par lesquelles on fait passer la pulpe de betteraves ou par celui des turbines qui chasse le jus des cellules écrasées et broie celles qui sont restées intactes par la force centrifuge.

Les presses employées sont les presses hydrauliques ou les presses continues; on sait que les premières furent inventées par Blaise Pascal, le fougueux janséniste, auteur des *Lettres Provin-*

ciales; encore Pascal n'en fournit-il que le principe et la première machine de ce genre fut construite en Angleterre par Bramah. La grande découverte de Pascal fut celle du principe de physique en vertu duquel les pressions qui s'exercent sur la surface d'un liquide en équilibre se transmettent à toute portion plane de paroi, proportionnellement à la surface de celle-ci ; dans son *Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse d'air,* Pascal s'exprime ainsi : « Si un vaisseau plein d'eau, clos de toutes parts, a deux ouvertures, l'une centuple de l'autre, en mettant à chacune un piston qui lui soit juste, un homme poussant le petit piston égalera la force de cent hommes qui pousseront celui qui est cent fois plus large et en surmontera quatre-vingt-dix-neuf autres.

« Et quelques proportions qu'aient ces ouvertures, si les forces qu'on mettra sur les pistons sont comme les ouvertures, elles seront en équilibre, d'où il paraît qu'un vaisseau plein d'eau est un nouveau principe de mécanique et une machine nouvelle pour multiplier les forces à tel degré qu'on voudra, puisqu'un homme par ce moyen pourra enlever tel fardeau qu'on lui proposera. »

Ainsi, si une ouverture du vase a un diamètre de un centimètre carré et que l'autre ouverture ait un diamètre d'un mètre carré ou 10,000 centimètres carrés, lorsque l'on fait agir sur le piston

de la petite ouverture une force de un kilogramme, la force transmise au piston de la grande ouverture sera de 10,000 kilogrammes. Mais pour obtenir cette force merveilleuse, il faut à chaque ouverture, dit Pascal, *un piston qui lui soit juste* : il y avait là une difficulté de pratique considérable, car avec de telles pressions il n'y a pas de piston si juste qui ne puisse laisser filtrer l'eau entre le corps de pompe et lui : l'ingénieur anglais Bramah a pu résoudre le problème à l'aide du *cuir embouti* : c'est une pièce de cuir huilé, modelée en forme d'U renversé et placée dans une rainure du corps de pompe ; plus la pression devient forte et plus le cuir embouti se trouve appliqué contre le corps de pompe et le piston. On construit des presses hydrauliques qui peuvent arriver à une pression de 800,000 kilogrammes. Le gros piston de ces presses est placé sur un bâti de fonte qui porte quatre colonnes supportant un plateau fixe ; le piston forme lui-même le plateau mobile ; c'est entre ces deux plateaux que l'on place les objets qui doivent être soumis à la pression. Dans la sucrerie où l'on presse la pulpe, il est nécessaire de placer cette pulpe dans des sacs que l'on fait en fils de lin ou de chanvre, en crins de cheval, etc., la mise en sacs se fait à la main ou mécaniquement, les rangs de sacs sont placés sur le plateau de la presse séparés par des claies ; le jus qui s'écoule passe dans des rigoles ménagées sur

le plateau inférieur et arrive dans les appareils de défécation par l'intermédiaire d'un tuyau de cuivre. Les sacs exigent des soins minutieux, surtout pendant la saison chaude ; il faut alors les laver toutes les six heures, les débarrasser avec soin de la pulpe qui pourrait encore y adhérer et les passer dans une eau alcalinisée par la soude ou la chaux, afin de neutraliser l'acidité que les fermentations développeraient dans le tissu.

Malgré la puissance des presses hydrauliques une quantité notable de jus demeure encore dans les tourteaux, aussi les soumet-on à un second râpage en ajoutant de l'eau et à une seconde pression. Le travail fait par les presses hydrauliques est régulier et assez complet, mais ces appareils exigent un personnel nombreux, une dépense considérable de sacs et une lenteur de manipulation de la pulpe qui lui donne le temps de s'oxyder à l'air ; aussi l'usage en est-il dispendieux et aux presses hydrauliques ont succédé les presses continues. A vrai dire elles n'ont fait que reprendre leur place dans l'industrie sucrière de la betterave, car Achard, le fondateur de cette industrie, employait des rouleaux de fonte ou de pierre qui comprimaient la pulpe enserrée dans des sacs de laine. Le défaut des presses continues était de permettre à la pulpe pressée de reprendre une partie du jus qui s'écoule ; on a remédié à cet inconvénient de deux façons : par les presses à surface filtrante et par les presses à toile sans

fin. Sans nous étendre sur les nombreux modèles qui ont été créés d'après ces principes, nous décrirons comme type du premier genre la presse Champonnois et comme type du deuxième la presse de Manuel et Socin.

La presse Champonnois fut inventée en 1869 ; elle se compose de deux cylindres de bronze ainsi constitués : les deux fonds du cylindre sont réunis par des traverses de bronze et ces traverses elles-mêmes sont recouvertes d'un fil de bronze enroulé en spirale autour d'elles. Ce fil de bronze n'est pas arrondi mais triangulaire et c'est par le sommet d'un angle qu'il s'enroule sur des encoches pratiquées dans les traverses du cylindre ; ainsi la surface extérieure est formée par la base du triangle qui constitue le fil ; entre deux fils existe une lumière de un dixième de millimètre. La presse Champonnois se compose de deux de ces cylindres accolés l'un à l'autre, ils tournent en sens inverse et la pulpe comprimée entre eux laisse passer le jus par les fentes que limite chaque tour de fil. Le mouvement des cylindres est lent et ne dépasse pas sept tours par minute. Ainsi constitué cet appareil fournit jusqu'à 600 hectolitres de jus dans une journée, mais il a le défaut de toutes les presses à surface filtrante : il laisse passer beaucoup de pulpes folles et exige le traitement des jus par le dépulpeur.

Comme la râpe Champonnois, le dépulpeur

est fondé sur le principe de la force centrifuge à l'aide de laquelle on fait passer les jus à travers un tamis à mailles serrées qui laisse passer le liquide et retient les pulpes. Au même principe de surface filtrante se rattachent la presse de Dujardin et la presse de Collette.

La presse de Poizot et celle de Manuel et Socin séparent le jus de la pulpe en faisant passer le liquide, dès qu'il est extrait, à travers une toile sans fin qui amène les pulpes sous des cylindres écraseurs. L'appareil comprend une toile sans fin pour transporter la pulpe, des cylindres écraseurs, un système de répartition de la pulpe et un système de battage de la toile. A une extrémité de la machine est située une trémie où la pulpe est déversée par un tuyau ; à l'extrémité inférieure de cette trémie, deux cylindres, dont on peut régler l'écartement, limitent l'ouverture de débit de la pulpe qui tombe sur la toile sans fin ; cette toile porte la pulpe sous un système de deux cylindres qui la compriment ; le cylindre supérieur est plein, l'inférieur est perforé, quant à la toile elle est façonnée en tissu de poils de chèvre qui résiste au feutrage et retient les pulpes folles ; plusieurs couples de cylindres semblables se succèdent, mais après son passage sous les deux premiers couples on mouille la pulpe par une légère affusion d'eau.

A l'extrémité terminale de l'appareil, un système de batteur mécanique est adapté pour débar-

rasser la toile des pulpes qui y sont attachées. Comme dans les presses à surface filtrante, les cylindres font sept tours à la minute et traitent ainsi 50,000 kilogr. de betteraves dans la journée; un seul homme suffit pour conduire l'appareil.

En sucrerie, la force centrifuge est souvent utilisée; nous avons vu qu'elle était employée dans les râpes à denture interne ; nous la retrouverons en usage pour extraire le sirop resté inclus dans les sucres et on l'a aussi employée pour extraire le jus de la pulpe à l'aide des turbines; une turbine pour l'extraction du jus de betterave est un tambour dont l'orifice est ouvert, la base inférieure porte un cône qui fait corps avec l'axe métallique qui traverse le tambour. Dans l'intérieur sont disposées deux toiles métalliques dont les mailles offrent une finesse inégale ; la plus serrée regarde directement la paroi du tambour ; cette paroi elle-même est percée d'orifices; l'appareil étant ainsi connu, il est facile de se rendre compte de son mode de fonctionnement : la pulpe est versée par l'orifice supérieur, et la turbine, mise en marche, atteint en quelques instants douze cents, quinze cents tours à la minute; sous l'influence de cette folle vitesse, la pulpe est précipitée contre les mailles de la toile métallique intérieure à travers laquelle le jus se filtre, il se filtre plus complètement sur la seconde toile dont les mailles sont plus fines et passant à travers les orifices de la paroi du

tambour, il est recueilli et conduit à la défécation. Le résultat immédiat est merveilleux ; dans la première minute du travail de la turbine, 40.45 °/₀ du jus est extrait, mais le rendement baisse vite, et la cinquième minute ne donne plus que 2.10 °/₀. On augmente le rendement en mouillant la pulpe après deux ou trois minutes de turbinage.

Tout ce que nous venons d'écrire sur l'extraction du jus de la pulpe n'a déjà presque plus qu'un intérêt historique ; depuis longtemps, l'Allemagne employait les procédés de diffusion que nous allons décrire, alors qu'avant le vote de la loi de 1884 quelques usines seulement l'utilisaient en France ; la pulpe employée pour la diffusion est moins tenue que celle dont on se sert avec les presses ; aussi râpes à denture externe ou interne, presses hydrauliques et presses continues ne sont presque plus en France qu'un souvenir ; nous possédons 356 fabriques de sucre et sur ce nombre 3 seulement emploient encore les presses continues, toutes ont abandonné les presses hydrauliques ; c'est dire l'importance de la diffusion.

Il est un principe de physique d'après lequél si on partage par une cloison poreuse en deux compartiments un bassin qui contient d'un côté une solution d'un corps cristallisable, de l'autre de l'eau pure, l'échange se fera à travers la paroi poreuse, de telle façon que l'eau pure se mêlera à

la solution du corps cristallisable, et que celui-ci passera en partie dans l'eau pure. Ce mouvement de *dialyse* ne cessera qu'au moment où le liquide des deux compartiments aura le même degré de concentration de chaque côté. On peut considérer le jus contenu dans la cellule de la betterave comme une solution de sucre, corps cristallisable et la membrane de cette cellule comme une cloison poreuse; plaçons donc cette cellule dans l'eau pure et le mouvement de dialyse s'effectuera tant que l'eau entourant la cellule n'aura pas la même teneur en sucre que le liquide de la cellule. C'est sur ce principe ancien que se trouve basé le procédé nouveau de la diffusion ; encore ne faut-il pas oublier que dans les sciences et dans l'industrie le nouveau n'est souvent qu'un rajeunissement du vieux et que la diffusion moderne est l'ancienne macération de Mathieu de Dombasle. Sigismond Marggaff avait eu l'idée d'appliquer la dialyse au traitement des betteraves; Mathieu de Dombasle l'appliqua en 1821 ; il divisait en rondelles ses racines et les faisait macérer dans l'eau bouillante ; plus tard Pelletan perfectionna la méthode en inventant son *lévigateur*, en 1837; l'eau bouillante qu'employait Mathieu de Dombasle transforme la *pectose* insoluble contenue dans la cellule en une substance soluble qui passait par conséquent dans les jus, et on perdait ainsi dans l'opération de la cristallisation une certaine quantité de sucre que cette

substance empêchait de cristalliser et qui demeurait dans la mélasse ; Pelletan évita l'écueil en utilisant l'eau froide, son procédé fut longtemps employé, mais il avait le défaut de donner un liquide contenant trop de particules solides en suspension. Après ces deux inventeurs, les procédés de diffusion naquirent employant soit l'eau bouillante comme Mathieu de Dombasle, avec l'appareil de Martin et Champonnois, soit l'eau froide comme Pelletan, avec celui de Schutzembach.

L'homme qui rendit la diffusion vraiment rémunératrice pour le fabricant fut Robert de Seelowitz ; déjà Dombasle, en 1840, avait proposé de substituer à l'eau bouillante l'eau à 85° qui ne décomposait pas la pectose, c'est une des conditions de la méthode de Robert ; il employait des appareils qui se rapprochent de ceux d'aujourd'hui : une série de cylindres communiquant entre eux portaient un orifice à leur partie supérieure, un faux fond grillagé à leur partie inférieure, et sur le côté une porte de vidange. Sous le faux fond, un serpentin à vapeur donnait une chaleur réglée. Chacun de ces cylindres était rempli de cossettes, c'est-à-dire de fragments de betteraves de la grosseur du doigt ; sur le premier on fait passer l'eau pure qui se charge d'une certaine quantité de sucre, ce liquide du premier cylindre passe dans le second et se concentre, puis dans le troisième et se concentre

encore ; il traverse ainsi la série des appareils et au dernier est envoyé à la chaudière ; mais pendant sa marche à travers les cylindres, l'eau a continué de couler sur les cossettes du premier appareil et au moment où le liquide qui a passé le premier est envoyé à la chaudière, les cossettes du premier cylindre sont épuisées ; le second passe alors au premier rang et reçoit l'eau pure, tandis que l'on décharge le premier de ses cossettes épuisées, immédiatement remplacées par des fragments de racines fraîches.

Ces étapes successives du procédé de diffusion mettent en lumière les principes qui président à la fabrication actuelle : d'une part faire passer sur les cossettes de betterave du jus de moins en moins dense, de telle façon que les cossettes les plus épuisées soient soumises à l'action de l'eau pure ; on établit ainsi à chaque opération un équilibre différent entre la teneur en sucre intracellulaire et la teneur extra-cellulaire ; en second lieu la pratique à chaud de l'opération, mais sans atteindre 100° afin de ne point charger les jus en pectine. L'ensemble des appareils employés pour l'extraction du jus porte le nom de batterie de diffusion ; elle est composée de quatre éléments :

1° Un coupe-racines ;
2° Une série de diffuseurs ;
3° Un calorisateur par diffuseur ;
4° Un bassin d'eau fraîche.

On taille la betterave en cossettes pour le procédé de diffusion et cette opération se fait par le coupe-racines ; certains de ces appareils fonctionnent à l'aide de la force centrifuge, mais ceux qui sont le plus ordinairement employés sont formés d'un axe mobile portant un plateau de $1^m,50$ de diamètre ; les rayons du cercle formé par le plateau sont marqués par des fentes où sont fixés les couteaux ; la forme des couteaux varie on peut dire à l'infini, mais ceux qui sont le plus communément employés sont les couteaux faîtières et les couteaux Naprawil : les premiers découpent la betterave en lamelles, et les autres en cossettes triangulaires. Les couteaux sont en acier légèrement trempé ; on les place dans les lumières avec une inclinaison variable qui détermine l'épaisseur de la cossette ; on les fait avec les couteaux Naprawil, de 6 à 7 millimètres de longueur sur 1 à 2 millimètres d'épaisseur. Pour chaque coupe-racines il y a deux jeux de couteaux, afin de ne pas perdre de temps pendant qu'on les aiguise ; le tranchant s'use assez vite et il est nécessaire d'aiguiser les lames toutes les deux heures. Autour de ce plateau qui porte les couteaux et de l'axe qui fait corps avec lui est une enveloppe cylindrique en tôle où sont découpées trois ouvertures : pour l'arrivée des betteraves, pour la sortie des cossettes, pour le changement des couteaux. Quand le coupe-racines est en marche,

l'axe est animé d'un mouvement de rotation de mille tours à la minute ; et dans ce passage rapide les couteaux enlèvent à chaque tour une cossette à la betterave qui s'applique sur le plateau par son propre poids ; la trémie qui surmonte l'ouverture d'arrivée des betteraves est toujours remplie. Par l'autre ouverture, les cossettes se dégagent et sont recueillies pour être versées dans les diffuseurs ou sont conduites directement par une nochère dans les diffuseurs.

Le diffuseur proprement dit est l'appareil dans lequel le jus passe sur les cossettes. Sa capacité varie de 12 à 25 hectolitres ; il est essentiellement formé d'un cylindre en tôle boulonnée muni de deux extrémités en fonte. L'extrémité supérieure ou armature supérieure porte le trou d'homme par lequel pénètre la pulpe : elle a la forme d'un tronc de cône très aplati sur la petite base duquel repose un cylindre de 50 centimètres de diamètre et de 30 centimètres de hauteur. Un orifice ménagé dans l'épaisseur de cette partie cylindrique de l'armature sert au passage de la tuyauterie ; la base supérieure du cylindre est coiffée de la plaque de fermeture : c'est généralement une plaque de fonte à rainure dans laquelle est engagée une rondelle de caoutchouc pour assurer une fermeture étanche. Au-dessus de la plaque de fermeture est disposé, suivant un diamètre du cylindre, un étrier dont chaque extrémité est fortement boulonnée à l'armature

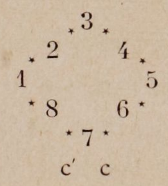
même : le milieu de cet étrier est traversé par une vis qui fait pression sur la plaque de fermeture ; lorsqu'on veut ouvrir le trou d'homme, on desserre la vis de l'étrier qui entraîne en s'élevant la plaque de fermeture, et tout l'ensemble de l'étrier, de la vis et de la plaque tourne autour d'une des extrémités de l'étrier fixée par un boulon.

L'extrémité inférieure ou armature inférieure est également en fonte et munie d'une ouverture inférieure ou latérale, c'est l'ouverture de vidange ; à cette extrémité inférieure se trouve aussi un tuyau pour la circulation des jus. L'ouverture inférieure est comme celle du haut munie d'une plaque de fermeture maintenue par un étrier ; une des extrémités de cet étrier porte une articulation de telle sorte que si on dégage l'autre extrémité, tout l'ensemble de la fermeture s'abaisse en tournant autour de cette articulation sous l'influence du chargement du diffuseur. Un double fond perforé empêche les cossettes de se mélanger au jus qui s'écoule.

A chaque diffuseur est annexé un calorisateur qui communique avec lui : c'est un appareil destiné à faire chauffer les jus que l'on veut faire agir sur la première charge de cossettes ; ce chauffage est obtenu par la vapeur. Un serpentin traverse chaque calorisateur.

L'eau nécessaire à la diffusion provient d'un bassin placé plus haut que la série des diffuseurs.

Si nous pénétrons dans une usine pour voir la batterie de diffusion, nous voyons un nombre variable d'énormes cylindres rangés circulairement sur un massif de maçonnerie qui entoure un bassin rempli de pulpe épuisée. A chaque diffuseur est annexé un autre cylindre moins large, c'est le calorisateur. Au-dessus des appareils, le coupe-racines fonctionne avec une rapidité vertigineuse pour fournir la pulpe nécessaire à ces vastes réservoirs que sont les diffuseurs, et la nochère en ce moment dispense la pulpe à l'un d'eux, pendant qu'un autre est en vidange et rejette la pulpe qu'il contient dans le bassin de maçonnerie ; les autres sont en macération ; il nous sera facile de comprendre ce qui se passe : pour cela, supposons que nous sommes en présence d'une batterie de huit diffuseurs ; pour ne pas les confondre, numérotons-les comme nous le représentons ci-dessous :



Chacune des étoiles placées entre les numéros représente un calorisateur. Supposons que ce soit le n° 8 qui soit en vidange et le n° 7 qui reçoive les cossettes fraîches ; le n° 1 contiendra la pulpe la plus épuisée, et du n° 1 au n° 7 qui

contient des cossettes fraîches, la teneur en sucre de la pulpe ira en augmentant comme peut le faire comprendre la marche de la diffusion que nous allons décrire : le courant d'eau pure est projeté sur le diffuseur n° 1 ; le liquide contenu dans ce diffuseur passe dans le diffuseur n° 2, celui du n° 2 dans le n° 3, etc., et enfin le liquide du n° 6 dans le n° 7, *mais après avoir passé dans le calorisateur C* de façon que ce liquide arrive avec une température de 90° et chauffe la cossette fraîche de ce diffuseur n° 7. Une fois la macération terminée, le n° 8 est à son tour rempli de cossettes fraîches ; le n° 1 est vidé des cossettes épuisées qu'il contenait et l'opération recommence, mais cette fois-ci c'est le n° 2 qui reçoit la chasse d'eau pure et le calorisateur C' qui déverse du jus à 90° sur les cossettes fraîches du n° 8 ; les cossettes du n° 7, qui étaient à une température de 50° par le précédent passage de jus, se refroidissent et quand le tour de tous les diffuseurs est terminé et que le n° 7 reçoit à son tour la chasse d'eau pure, les cossettes sont froides et sont épuisées. Par ce procédé il n'y a donc que le premier passage de jus sur les cossettes fraîches qui ait lieu à chaud ; la température des cossettes baisse au fur et à mesure qu'elles s'épuisent et quand elles reçoivent l'eau pure, elles sont elles-mêmes à la température de cette eau.

A ces diffuseurs sont annexés des systèmes de soupapes qui permettent l'envoi des jus à la

chaudière de défécation et la communication de ces jus avec les calorisateurs.

Le système que nous venons de décrire est connu sous le nom de batterie allemande ; il existe des batteries tournantes où les diffuseurs sont mobiles sur des galets et tournent automatiquement pour faciliter la main-d'œuvre ; quatre ouvriers suffisent pour desservir une batterie tournante de neuf diffuseurs. A côté de ces batteries allemandes fixes ou tournantes manifestement inspirées de l'appareil de Robert de Seelowitz, existe un diffuseur continu de MM. Charles et Perret qui est un perfectionnement du lévigateur de Pelletan : c'est un cylindre horizontal de 11 à 13 mètres de longueur pour un diamètre de $1^{m},20$ à $1^{m},30$. L'eau est introduite par une extrémité ; les cossettes pénètrent par l'autre et gagnent l'extrémité qui reçoit la chasse d'eau par l'intermédiaire d'une hélice ; rien jusqu'alors ne différencie cet appareil du lévigateur ; le perfectionnement réside dans ce fait que le chauffage a lieu progressivement suivant la densité du jus : à l'entrée de la cossette le jus déjà dense a 80° à 85°, au milieu du cylindre il est entre 50° et 60° et à l'extrémité à 25° seulement.

Telles sont les méthodes de diffusion employées depuis longtemps en Allemagne et que la loi de 1884 a propagées en France tellement, que sur 356 fabriques qui y fonctionnent actuellement

3 seulement emploient les presses continues, toutes ont renoncé aux presses hydrauliques et 353 ont recours à la diffusion. Le *Moniteur scientifique* du docteur de Quesneville disait en 1877, en parlant des appareils de diffusion, que les appareils ont été tellement perfectionnés qu'ils ne laissent plus rien à désirer.

Il reste en effet bien peu de sucre dans la pulpe ; de plus le chauffage de la cossette coagule dans la cellule les principes albuminoïdes et diminue d'autant les principes mélassigènes, grands ennemis du fabricant de sucre : M. Pagnoul a établi un tableau comparatif de la composition des pulpes qui proviennent des presses hydrauliques, des presses continues et de la diffusion.

Pour 100 de pulpe.

	EAU	SUCRE	CENDRES insolubles	MATIÈRES azotées pour 100 de matières sèches
Presses hydrauliques.	75.71	6.82	1.95	6.08
Presses continues . .	81.21	5.77	0.83	6.30
Diffusion.	87.61	0.70	0.54	6.83

La pulpe de la diffusion est donc plus riche en matières azotées et moins riche en sucre. Avant de la livrer à la consommation on la fait passer dans des presses dont le système varie avec les fabricants qui les emploient et les *petites eaux* qui

s'en échappent contiennent encore de 1 gramme à 1 gramme 50 de sucre par litre. L'installation des diffuseurs dans les fabriques a obligé les usiniers à l'abandon d'un matériel coûteux et à l'installation d'un nouveau tout aussi cher ; aussi beaucoup ont cherché tous les détours pour éloigner le moment de cette transformation, et parmi les arguments employés contre la diffusion, ils mettaient en avant la pauvreté en sucre des pulpes résiduales, incapables, disaient-ils, de nourrir leurs bestiaux. C'est en effet à la nourriture des bestiaux que la pulpe est employée ; pendant toute la campagne sucrière, on voit des chariots chargés de cette pulpe jusqu'à déborder ; ils viennent de la sucrerie et vont à la ferme près de laquelle on établit des silos ou des auges de maçonnerie où s'emmagasinent des tonnes de pulpes ; l'odeur de fermentation qui s'en dégage rend ce voisinage peu agréable ; les bestiaux sont moins délicats et préfèrent à la pulpe complètement fraîche, celle qui a subi un début de fermentation ; on la leur donne mélangée avec de la paille hachée, c'est un aliment qui pousse rapidement à l'engraissement. Dans nos pays cette alimentation des animaux par le sucre se réduit à peu de chose, parce qu'on n'emploie que la pulpe ; mais dans les colonies la canne à sucre est fourragère pour les bestiaux ; dans plusieurs pays d'Europe en plus de la pulpe on emploie la mélasse ; en Angleterre il est de règle de mé-

langer les mélasses à la nourriture des bestiaux et on sait que les bœufs anglais sont beaux et bien engraissés ; en Russie on a remarqué que les bœufs nourris au sucre engraissaient rapidement et que lors des épizooties ceux-là étaient plus rarement atteints ; en Australie quand l'herbe fait défaut on nourrit au sorgho dont nous connaissons la richesse saccharine, les chevaux dont le poil devient luisant et qu'on voit ainsi engraisser. Dans certains pays les vaches laitières sont nourries au sucre ; il semble avéré que cette alimentation n'influe pas sur la qualité du lait.

Nous avons d'autres débouchés pour nos mélasses et nous ne nous servons que de la pulpe pour l'alimentation du bétail par le sucre ; mais encore faut-il que cette pulpe soit *saine, loyale* et *marchande :* la pulpe saine est la pulpe non altérée ; la pulpe loyale et marchande doit contenir 10 °/₀ de matières sèches ; au-dessous de 8 °/₀, la valeur de la pulpe baisse proportionnellement ; l'argument développé par les conservateurs de presses hydrauliques et continues n'était donc pas sans valeur à ce point de vue et la pulpe obtenue par ces procédés était plus nutritive pour le bétail que la pulpe de diffusion que l'on emploie aujourd'hui.

Le goût immodéré des bestiaux pour la pulpe fermentée, dont l'odeur est si désagréable au voisinage des fermes, ne va pas sans quelques

inconvénients pour eux. Les fermentations qui se produisent dans la pulpe de betterave sont extrêmement variées ; on peut dire d'elle que c'est un merveilleux milieu de culture microbienne : toutes les variétés de bacilles et de microbes, les longs et les courts, les capsulés et les non capsulés, ceux qui vivent en colonies ou ceux qui vivent solitaires, comme aussi ceux qui, semblables aux sergents de ville, ne sauraient aller que deux à deux, tous, dis-je, peuvent se développer et se développent dans cette pulpe ; parmi cette floraison, il est des espèces qui n'offrent aucun danger, mais d'autres peuvent, au contraire, donner des maladies aux bestiaux. On s'est occupé de rechercher le corps qui pourrait rendre moins toxique cette nourriture ; M. Arloing a démontré qu'en mélangeant de la soude, dans une certaine proportion, à la pulpe, on pouvait arriver à détruire presque complètement le danger ; mais la pulpe, cessant dès lors d'être dangereuse par elle-même, le serait devenue par cette soude même qui aurait dû l'assainir ; M. Arloing a également démontré qu'un mélange de chlorure de sodium, à raison de 5 °/₀ de pulpe, diminuait le danger de moitié ; or, le chlorure de sodium n'est autre chose que le sel de cuisine ; les animaux en sont très gourmands et, de même que pour nous, c'est pour eux un aliment de première nécessité qui influence heureusement leur santé.

CHAPITRE V

Purification des Jus.

Défécation. — Action de la chaux. — Les sels de chaux. — Sucrate de chaux et carbonate de chaux. — Fabrication de la chaux et de l'acide carbonique. — Défécation à froid. — Défécation à chaud. — *Carbonatation* simple et double.

Si le jus de la betterave extrait de la cellule par les presses, les turbines ou la diffusion était ainsi que le jagre ou jus de palmier, ainsi que le suc de l'érable, une solution sucrée presque pure, il ne s'agirait plus que de le faire évaporer pour avoir le sucre en cristaux ; mais la racine de betterave offre la composition suivante :

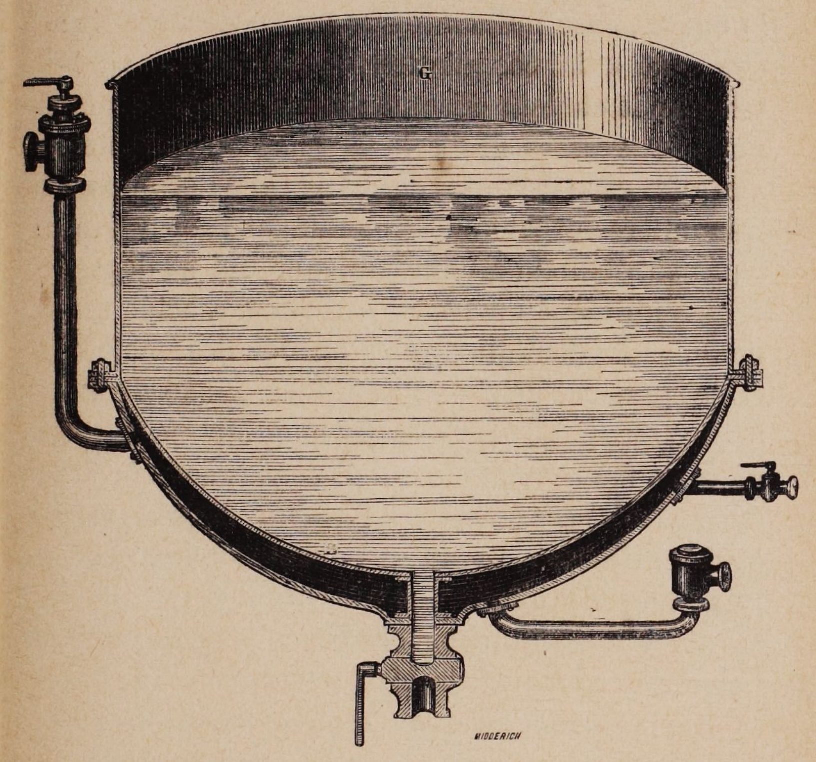
Eau	82 7
Sucre	11 3
(Peut aller jusqu'à 17 et 18)	
Cellulose	0 8
Albumine	1 5
Matières grasses	0 1
Substances organiques et sels minéraux	3 6

De ces différents corps, le sucre, l'albumine, les matières grasses, les substances organiques

et les sels minéraux passent en grande partie dans le jus de la betterave, entraînés mécaniquement par l'action des presses et des turbines ou dissous par la diffusion ; nous verrons plus tard que certains de ces matériaux ne sont pas sans valeur commerciale ; mais au point de vue spécial qui nous occupe, ils sont des corps étrangers qu'il faut éliminer des jus ; puisqu'ils sont solubles, il faut les entraîner dans une combinaison chimique insoluble qui laissera un jus purifié sur lequel on pourra effectuer les travaux de concentration et de cristallisation. Le corps choisi est la chaux ; sans doute elle laisse encore après elle bien des impuretés ; si son action était complète, il n'y aurait point de mélasse et il s'en produit 50 °/₀ dans les sirops concentrés pour la cristallisation, mais cette action, toute incomplète qu'elle est, élimine une grande quantité de matières étrangères.

Pour bien faire comprendre l'action de la chaux sur les jus, il faut nous rappeler quelques notions élémentaires de chimie : parmi les composés chimiques on trouve les acides qui rougissent le papier bleu de tournesol ; les bases qui bleuissent le papier rouge de tournesol et les sels qui sont la réunion intime d'un acide et d'une base ; dans les laboratoires, dans l'industrie, dans la nature, une des réactions les plus fréquentes est la substitution d'une base à une autre ; parmi les bases ou alcalis, les unes sont

plus alcalines que d'autres et si on met en présence un sel (formé, avons-nous dit, d'un acide et d'une base) et une base plus fortement alca-



Chaudière pour la défécation des jus de betterave.

line que celle qui entre dans la composition du sel, la base qu'on vient d'ajouter chassera celle qui était combinée à l'acide et prendra sa place pour former un nouveau sel, par exemple un sel de chaux au lieu d'un sel d'ammoniaque ; la base

qui était primitivement combinée au sel deviendra libre.

Avec ces simples notions, il nous est possible de comprendre d'une façon suffisante l'action de la chaux, base puissante sur les jus de sucrerie : elle aide à la coagulation de l'albumine végétale que la chaleur effectue ; elle forme avec les matières grasses des sels de chaux insolubles, stéarates et margarates de chaux ; elle décompose les matières organiques notamment l'asparagine en se substituant à l'ammoniaque qui se dégage et en s'unissant aux acides végétaux, acide malique, acide pectique, pour former des malates et des pectates de chaux ; enfin certains sels minéraux sont décomposés par elle, elle prend la place de l'ammoniaque qui se dégage sous forme de gaz. Tous ces composés forment dans le vase de défécation un réseau qui emprisonne les débris cellulaires ou autres impuretés entraînés par les jus et monte sous forme d'écumes ; mais en même temps que la chaux s'unit aux impuretés, elle forme avec le sucre un composé : le sucrate de chaux ; celui-ci est soluble et reste donc dans le liquide distinct des autres composés de chaux insolubles. Comme ce sucrate de chaux est assez instable, il suffit de mettre en face de la chaux un acide pour que la chaux se combine avec lui après avoir abandonné le sucre. Achard, l'inventeur de l'industrie sucrière de betterave, employait l'acide sulfurique, mais cet acide

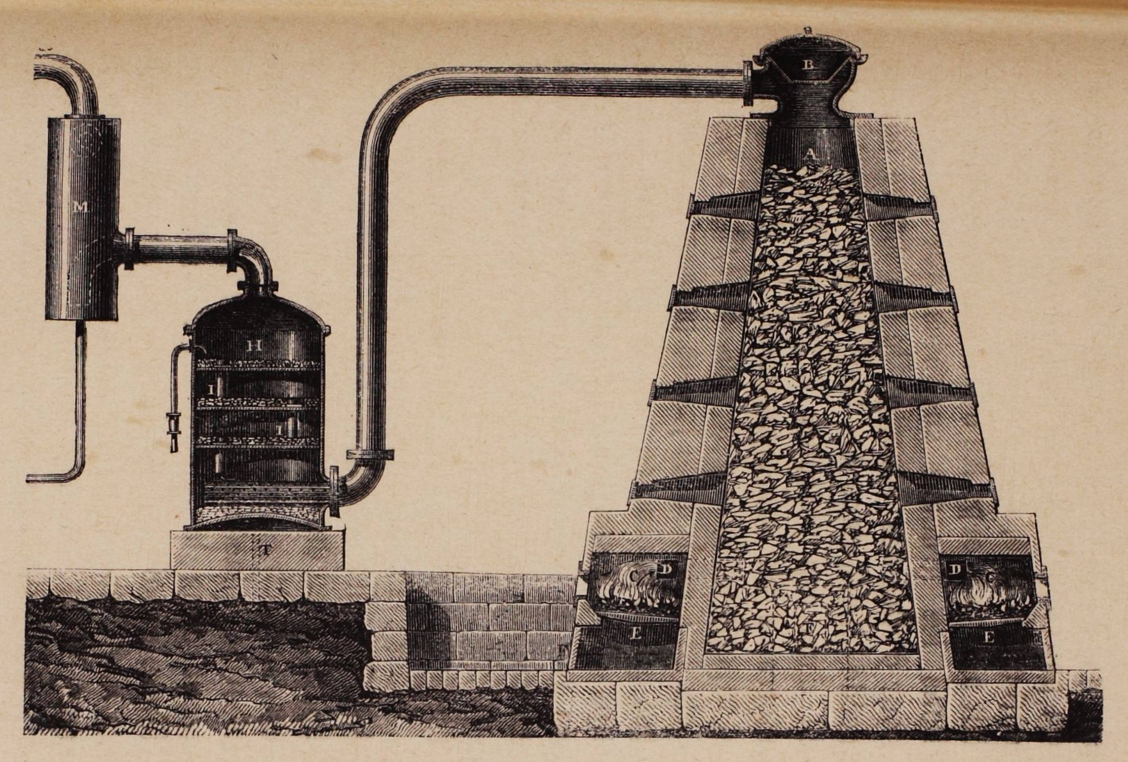
transforme le sucre cristallisable ou saccharose en sucre incristallisable ou glucose ; aussi emploie-t-on aujourd'hui l'acide carbonique qui précipite en même temps l'excès de chaux sous forme de carbonate de chaux. Pour opérer la défécation il est donc nécessaire que l'industriel possède en abondance de la chaux et de l'acide carbonique ; d'après les principes que nous avons indiqués plus haut, le carbonate de chaux se compose d'acide carbonique et de chaux ; il se décompose sous l'action d'une vive chaleur en ces deux corps ; la fabrication en est donc facile et les industriels produisent eux-mêmes l'acide carbonique et la chaux qui leur sont nécessaires. Le carbonate de chaux est un corps extrêmement répandu dans la nature : le marbre est du carbonate de chaux ; la craie plus humble est aussi du carbonate de chaux ; la pierre calcaire si vulgaire est encore du carbonate de chaux ; c'est cette dernière qui sert de matière première aux usiniers. Beaucoup d'entre eux préparent eux-mêmes la chaux qu'ils emploieront pour la défécation : on sait que la chaleur élevée de fours spéciaux dits fours à chaux décompose le calcaire en chaux caustique et en acide carbonique ; tandis que le fabricant de chaux laisse s'échapper dans l'atmosphère au grand dommage des voisins des flots d'acide carbonique, le fabricant de sucre le recueille avec soin, le lave et le purifie, car il le destine à décomposer le sucrate de

chaux resté dans les jus dans un temps spécial de la fabrication qui est connu sous le nom de carbonatation des jus.

La pierre calcaire est si répandue dans nos campagnes et les usages de la chaux sont si étendus qu'il est peu d'endroits où on ne puisse rencontrer des fours à chaux. Ce sont de grands cônes de maçonnerie que l'on remplit de calcaire. Sur les côtés du cône sont ménagés des foyers où l'on entretient un feu ardent pendant tout le temps nécessaire pour la décomposition du calcaire. Quand on s'attarde le soir sur la route, on voit des lueurs rouges d'incendie empourprer l'horizon ; c'est le four à chaux qui est en marche et qui transforme en chaux friable le calcaire le plus dur.

Dans cette fabrication, l'acide carbonique se répand au gré du vent dans l'atmosphère, mais il n'en est pas de même pour les fours à chaux des sucreries ; on y a besoin de chaux et on y utilise l'acide carbonique ; la chaux demeure dans le foyer et il est facile de la recueillir, mais un chapiteau couvre l'orifice de dégagement du gaz carbonique et se termine en un tuyau qui conduit le gaz dans un laveur. Ainsi purifié, il est conduit sous des cloches dont le débit est réglé, comme celui des cloches du gaz d'éclairage.

Nous savons maintenant comment le fabricant de sucre a obtenu le jus par la diffusion, com-



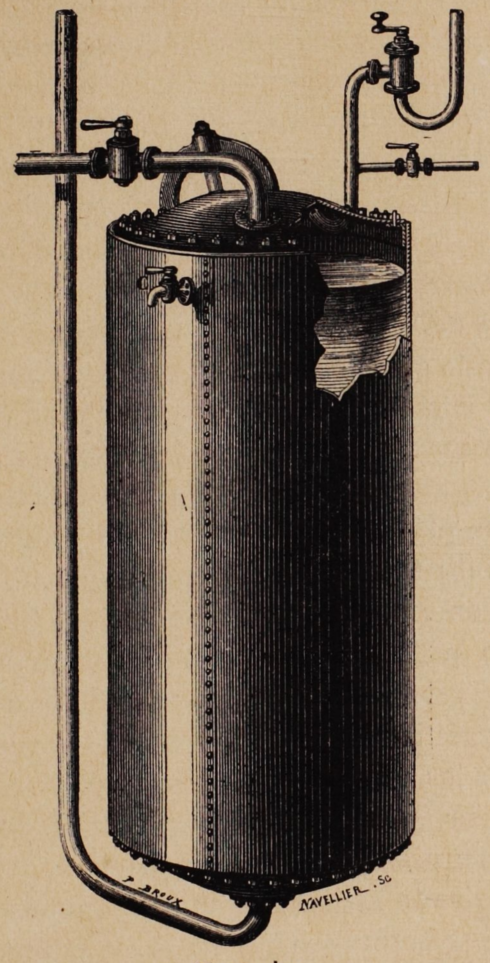
Fours à chaux.

ment il a obtenu la chaux et l'acide carbonique ; nous pouvons revenir à la fabrication du sucre proprement dite, en apprenant de quelle façon il fait agir ces corps les uns sur les autres.

Dans les grandes sucreries qui possèdent autour d'elles des râperies, le jus arrive par le procédé Linard dans des bacs jaugés, ayant déjà subi dans son parcours à travers les tuyaux souterrains un commencement de défécation : à la râperie on ajoute au jus de 1/2 à 1 1/2 °/₀ de chaux ; comme le jus ne parcourt dans les tubes qu'un kilomètre par heure, la chaux a le temps d'imprégner le jus et son action est favorisée par le mouvement continuel du liquide ; ainsi arrivent à l'usine d'énormes quantités de jus ; vingt-deux râperies alimentent l'usine d'Escaudœuvres ; elles emploient 200 kilomètres de tubes ; l'usine de Meaux, celle d'Origny-Sainte-Benoîte possèdent chacune treize râperies.

Le jus, reçu dans des bacs ou sortant des diffuseurs, doit être monté jusqu'aux chaudières à défécation, placées à un étage supérieur ; elles passent dans le monte-jus : c'est un large cylindre muni, à sa partie inférieure, d'un tube et, à sa partie supérieure, d'un robinet qui met la surface du jus contenu dans le cylindre avec de la vapeur sous pression ; sous cette pression, le jus monte dans le tube et se trouve déversé dans la chaudière de défécation. C'est dans cette chaudière que la chaux est mélangée au jus ;

on prépare un lait de chaux plus ou moins concentré, suivant le degré d'impureté des jus, et on



Monte-jus.

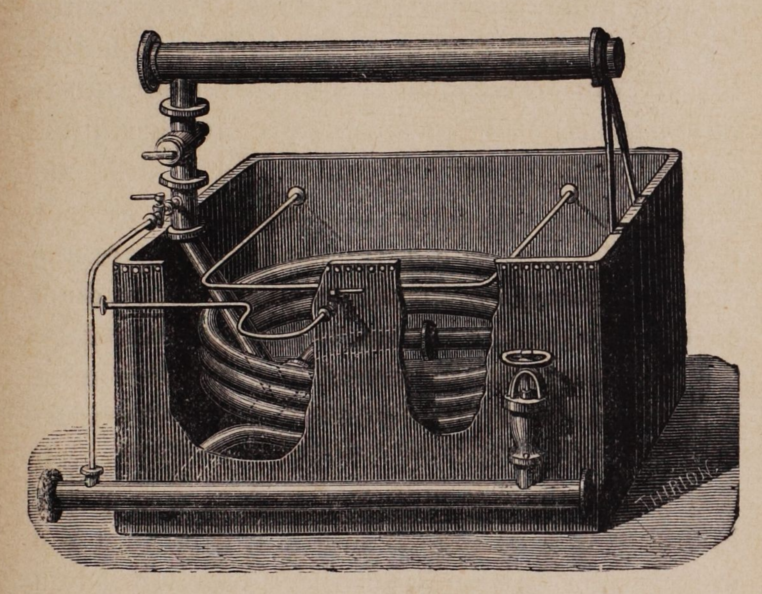
le mélange au jus des betteraves ; la quantité varie entre 2 1/2 et 3 %. Un chauffage modéré à

la vapeur favorise l'action de la chaux et opère la coagulation de l'albumine végétale ; on passe ensuite le liquide dans la chaudière de carbonatation ; actuellement on pratique partout la carbonatation double.

Les chaudières à carbonatation sont de vastes cuves d'une contenance ordinaire de 45 hectolitres, légèrement inclinées et portant un appareil de vidange, un appareil de chauffage et un conducteur d'acide carbonique ; l'appareil de vidange est constitué par un tuyau fermé par une bonde que l'on peut soulever à l'aide d'une tige qui sort de la chaudière ; le chauffage a lieu par la vapeur ; dans l'intérieur de la chaudière est un tuyau roulé en spirale et communiquant avec une prise de vapeur par un robinet ; au-dessous du tuyau chauffeur en spirale, on voit disposé en croix ou en carré un autre tube percé de mille petits trous ; c'est le tuyau destiné à faire arriver l'acide carbonique ; l'arrivée de cet acide produit une grande quantité de mousse ; autrefois les appareils à défécation étaient organisés pour précipiter une petite quantité de matières grasses, beurre ou huile, dans le liquide, afin de faire tomber la mousse ; actuellement on fait tomber la mousse à l'aide d'un jet de vapeur ; l'émousseur Evrard est le plus employé, ou bien on surmonte la chaudière d'un toit de tôle garni d'une cheminée.

Dans une chaudière à carbonatation ainsi

constituée, il est facile de comprendre la marche de l'opération : les jus chaulés sont introduits par le monte-jus dans la chaudière, on ouvre le robinet qui commande l'accès de l'acide carbonique et la réaction commence à froid, on élève



Chaudière à carbonatation.

ensuite la température jusqu'à 80 degrés. Quand le thermomètre arrive à ce niveau, on arrête le chauffage et on continue l'injection d'acide carbonique jusqu'à l'épreuve à la cuiller : on prend, dans une louche, 100 à 150 grammes de liquide et la précipitation du carbonate de chaux doit se faire rapidement au fond de la cuiller ; c'est le moment de terminer la première carbonatation

après laquelle le jus doit être légèrement alcalin ; on essaye cette alcalinité par l'orangé n° III Poirrier ; c'est un corps qui, en liquide neutre, prend une teinte orangée, et en liquide acide, une teinte rose violacée. La première carbonatation est ainsi terminée : on ouvre de nouveau le robinet de vapeur pour chauffer brusquement le liquide, afin de rassembler les boues, et on ouvre la bonde de décharge de la chaudière ; le liquide se rend dans un bac à décanter.

En chimie ou dans l'industrie, on appelle décantation l'opération qui consiste à séparer un liquide et un solide mélangés ensemble, ou deux liquides de densité différente ; pour décanter les jus de première carbonatation, on les laisse reposer un quart d'heure ou une demi-heure : les parties solides tombent à fond et le liquide clair les surmonte ; un robinet est placé à la partie inférieure du bac de décantation, il porte à son orifice intérieur un tube de caoutchouc dont l'ouverture est maintenue au niveau de la surface du liquide à l'aide d'un flotteur ; tout le liquide clair s'écoule ainsi, et une pompe l'envoie dans la chaudière de la deuxième carbonatation ; le précipité qui reste est envoyé aux filtres-presses.

La chaudière qui sert pour la seconde carbonatation est semblable à celle qu'on a utilisé pour la première ; on ajoute aux jus de première carbonatation 1 à 2 °/₀ en volume de lait de

chaux, et on fait passer l'acide carbonique jusqu'à ce que tout le carbonate de chaux soit précipité, ce que l'on voit quand les écumes ont disparu ; d'ailleurs on fait l'essai à l'orangé n° III Poirrier ; quand l'opération est arrivée à ce point, on chauffe jusqu'à l'ébullition, à l'aide du tuyau de vapeur, afin de chasser le gaz acide carbonique dissous dans le liquide ; on vide le liquide dans des bacs placés sous la chaudière, en levant la bonde comme précédemment pour la première carbonatation ; une seconde décantation a lieu, les boues sont envoyées au filtre-presse et le liquide clair au filtre à noir.

CHAPITRE VI

Filtration.

Produits de carbonisation. — Boues et liquides. — Filtration des boues.— Filtres-presses.— Filtres Trinks.— Décoloration des jus. — Noir animal. — Sa découverte. — Les dépôts de voirie. — Le noir en grains. — Composition physique. — Composition chimique. — Son mode d'action. — Revivification du noir.

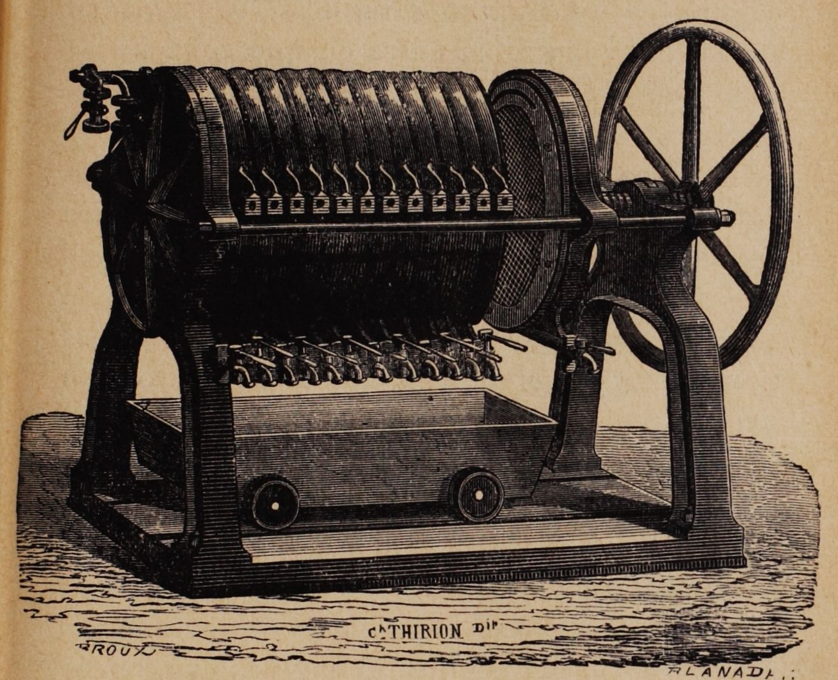
Les carbonatations ont donné naissance à deux produits : les boues et les liquides. Les seconds sont, avons-nous dit, envoyés aux filtres à noir et les premières aux filtres-presses ; tandis que les filtres à noir clarifient le jus, les filtres-presses extraient ce qui peut demeurer de liquide sucré dans les boues ; la quantité n'en est pas négligeable, et l'analyse des boues de décantation de l'usine de Meaux a donné :

Carbonate de chaux.	50 »
Eau	34 »
Matières sucrées et matières azotées.	6,35
Matières minérales	2,15
Chaux libre	7,50
TOTAL.	100 »

C'est Howard, l'inventeur anglais des appareils à évaporer dans le vide, qui eut l'idée des filtres-presses; Needham et Kite construisirent aussi des filtres ; Daneck les fit le premier en fer ; celui qu'on emploie actuellement est principalement l'appareil de Trinks ou quelque autre modification plus ou moins heureuse de cet appareil.

L'appareil de Trinks se compose de plusieurs éléments réunis ; chaque élément est une couronne de fonte d'une certaine largeur, de chaque côté de laquelle est maintenue par des écrous une plaque de tôle perforée ; ainsi chaque élément a l'aspect d'un tambour aplati, mais les plaques de tôle perforée qui ferment ce tambour sont légèrement concaves et elles sont réunies par un tube qui traverse l'épaisseur du tambour. Si nous supposons deux de ces éléments réunis, à cause de la concavité des tôles perforées, il existera un espace vide ayant la forme d'une lentille entre les tôles des deux éléments, et cet espace communiquera avec le tube qui traverse chaque tambour. Supposons maintenant que chaque tôle perforée soit recouverte d'une toile bien assujettie, et on comprendra facilement que si on fait couler un liquide dans le canal qui traverse les tambours, ce liquide tombera dans l'espace qui sépare les deux éléments du filtre et passera à travers la toile pour entrer après ce filtrage dans l'intérieur de chaque tambour.

Le filtre-presse de Trinks est formé de la réunion d'un nombre plus ou moins grand d'éléments disposés exactement comme ceux que nous avons décrits ; cette réunion donne à l'appareil l'aspect



Filtre-presse pour extraire le jus des écumes et des dépôts.

d'un cylindre, à la base de chaque cylindre est un plateau plein qui ferme le filtre ; on serre les éléments les uns contre les autres à l'aide d'une vis qui traverse le canal central des éléments et on fait arriver les boues par ce canal central ; elles remplissent bientôt les espaces compris entre chaque tambour et le liquide filtre dans

leur capacité intérieure ; un robinet est annexé à chacun d'eux, qui conduit les jus filtrés dans une auge spéciale ; comme l'arrivée des boues se fait sous pression, elles se dessèchent presque complètement et, quand on desserre la vis du filtre-presse, on retire entre chaque élément un tourteau sec lenticulaire. Cependant ces tourteaux contiennent 3 à 4 °/₀ de sucre, aussi les soumet-on à une sorte de diffusion en faisant passer sur eux de l'eau pure qui filtre après avoir dissous le sucre, et qui est elle-même complètement chassée par une injection de vapeur sous pression. Le jus qui provient des boues sert à charger les chaudières de deuxième carbonatation. Quant aux eaux qui proviennent du traitement des tourteaux, ce sont de petites eaux de désucrage qui servent à fabriquer le lait de chaux employé dans la défécation.

La betterave contient une certaine quantité de glucose qui passe dans les jus de diffusion ou de compression ; de plus, si bien que soient menées les opérations de la sucrerie, une petite partie de la saccharose des jus se dédouble, c'est-à-dire se décompose en glucose et en acide carbonique ; il naît donc de ces deux origines une certaine quantité de glucose dans le jus qui provient de la chaudière à déféquer et de la chaudière à carbonatation ; les fabricants de sucre en redoutent la présence dans les jus qu'ils travaillent ; c'est un obstacle à la cristallisation du sucre et c'est une

cause de coloration des jus ; le glucose se décompose lui-même et donne lieu à des matières colorantes ; aussi le jus que l'on retire des chaudières à carbonater est-il brunâtre et bien éloigné de rappeler par sa couleur le sirop de sucre des pharmacies. Cette coloration fut un écueil pour la fabrication indigène qui ne produisait qu'un sucre coloré qu'on ne pouvait opposer victorieusement au sucre légèrement teinté des colonies.

La décoloration des jus se fait actuellement avec la plus grande facilité au moyen du filtre à noir animal ; avant d'expliquer le fonctionnement moderne de la décoloration des jus, il nous semble intéressant d'expliquer l'origine de cette découverte qui révolutionna les sucreries d'Europe.

C'est un savant russe, Lowitz, qui observa en 1791 que la poudre de charbon était douée de propriétés désodorisantes et en même temps décolorantes pour certaines matières ; Lowitz utilisait le charbon végétal qui ne présente la propriété de décoloration qu'à un faible degré. Plus tard le professeur Pierre Figuier, de Montpellier, reprit en 1811 les expériences de Lowitz ; en conduisant scientifiquement son expérimentation, il résolut d'étudier le pouvoir décolorant des charbons de différentes origines ; il prépara le *charbon animal* en calcinant en vase clos des ossements de bœuf ; il fut stupéfait de constater

qu'une pincée de ce charbon décolorait complètement un litre de vin ; c'est une expérience que chacun peut renouveler facilement : quelques pincées de *noir animal* (c'est ainsi qu'on nomme ce que Figuier appelait le *charbon animal)* projetées dans un filtre sur lequel on fait passer le vin suffisent pour se rendre compte de l'extraordinaire puissance décolorante de cette substance. Pierre Figuier terminait le mémoire qu'il lut à ce sujet devant l'Académie de Montpellier en exprimant l'espoir de voir sa découverte « recevoir des applications dans les arts chimiques. » Cette espérance n'a pas été déçue et de nos jours encore la trouvaille du professeur de Montpellier est le moyen le plus efficace employé dans les sucreries pour décolorer les jus ; les mélanges les plus complexes et les plus savants comme les filtres les plus simples, les filtres à gravier par exemple, n'ont jamais pu, malgré une vogue passagère, réaliser les merveilles de décoloration de ce charbon animal. Il semblerait que dès sa naissance le noir animal ait été employé pour le sucre qui devait faire sa grande vogue industrielle ; Pierre Figuier avait pour ami un pharmacien d'Alby, nommé Limouzin, qui s'empressa de filtrer sur du noir le sirop de raisins qui servait à la fabrication du sucre de raisins ; émerveillé du résultat, Limouzin écrivait à Parmentier que par ce moyen le sirop devient aussi blanc et aussi transparent que de l'eau distillée.

On était au moment du blocus continental qui nous privait des produits des colonies ; l'industrie sucrière de la betterave puissamment encouragée par Napoléon ne faisait encore que de naître et la découverte de Figuier venait à son heure pour aider les premiers pas de l'industrie nouvelle. L'année qui suivit la découverte de Figuier vit son application en sucrerie et Ch. Derosne en 1812 décolora les jus par l'emploi du noir animal en poudre qu'il jetait dans la chaudière mélangé à une certaine quantité de sang. Après cet usage le noir ne valait plus que comme engrais. Tout d'abord l'emploi de cette substance n'augmenta guère les frais du fabricant ; le noir animal était jeté à la voirie comme résidu sans valeur des fabriques de produits chimiques qui fabriquaient le sel ammoniac par la calcination des os ; suivant la loi éternelle de l'offre et de la demande, le prix monta du jour où l'on connut au noir des propriétés utilisables ; chaque sucrerie en voulait ; on n'en fabriquait plus assez et on alla rechercher dans les anciens dépôts de voirie les gisements de noir autrefois dédaigné. Cette difficulté de se procurer la substance décolorante aurait eu pour résultat d'augmenter le prix du produit de la fabrication sucrière si Dumont, en 1828, n'eut eu l'idée de substituer au noir en poudre projeté dans la chaudière, le noir en grains sur lequel on fait passer le sirop à décolorer, et surtout s'il n'eut

en même temps fait connaître qu'il était possible de rendre au noir ses propriétés premières.

Un bon noir animal doit être divisé en grains réguliers, de couleur mate ni brune ni de nuance claire, ni vitrifié ; sa composition est la suivante d'après M. Bobierre, de Nantes :

Charbon et matières organiques. .	10,8
Sels solubles dans l'eau.	0,8
Silice	2,8
Alumine et oxyde de fer	0,7
Phosphate de chaux.	81,7
Carbonate de chaux.	3
Magnésie et pertes	0,2

Parmi ces différents corps composant le noir animal, corps auxquels nous devons ajouter de l'azote et de l'acide carbonique, quel est celui qui peut retenir la matière colorante ? quel est celui qui a cette merveilleuse action élective sur la couleur sans changer en rien la composition chimique de la substance décolorée ? Aucune des substances isolées qui composent le charbon animal ne possède ses propriétés, et, si on prend la quantité exacte de chaque substance composante et qu'on les mélange entre elles, on ne saura encore obtenir qu'un produit dont le pouvoir décolorant sera nul.

L'action du noir ne paraît donc pas être chimique, et, encore qu'elle soit entourée de mystère, on croit généralement que c'est une

action physique et mécanique due à la conformation particulière de la masse du grain.

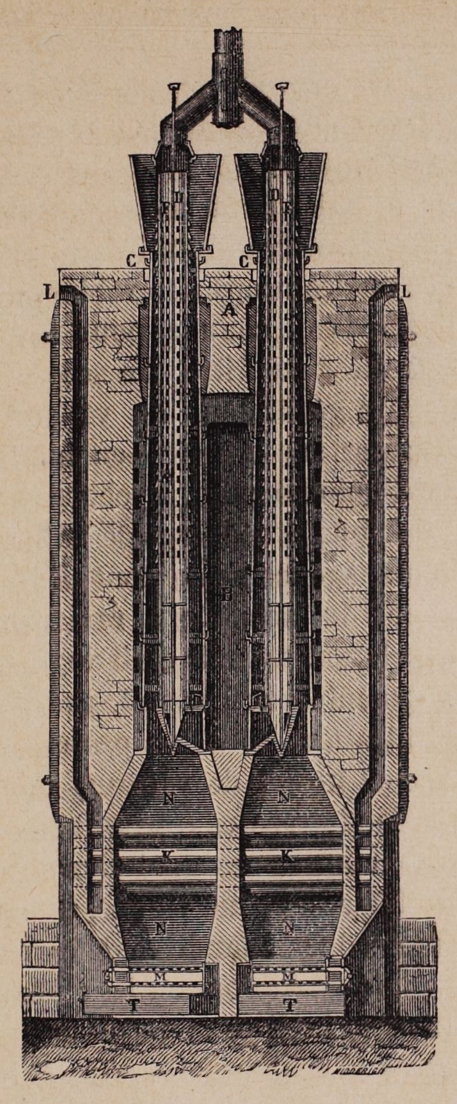
Les usines de sucre ne fabriquent pas elles-mêmes le noir qu'elles emploient, mais elles le revivifient. La fabrication du noir est des plus simples ; nous avons vu qu'elle consistait essentiellement dans la calcination des os en vases clos ; pendant cette calcination l'os perd considérablement de son poids et pour fabriquer 1 kilo de noir on doit employer 14 kilos 500 d'os ; c'est pour fournir la formidable quantité d'os nécessaire que la cuisinière met avec soin de côté, pour les vendre, les os qui constituent la *réjouissance* du boucher.

Quand les sirops ont passé sur les filtres à noir que nous décrirons, le noir, chargé de pulpes folles, de matières organiques, de sels, de saccharose, incapable de rendre plus longtemps ses services de décoloration, doit passer à la revivification, quatre opérations sont nécessaires pour la mener à bonne fin : *la fermentation* qui a lieu dans des citernes pendant une durée de quatre à cinq jours ; *le lavage*, on le fait dans des laveurs construits sur le même principe que les laveurs à racines ; le noir poussé par une hélice traverse une caisse longue tandis que l'eau arrive en sens inverse et le baigne ; *le lavage à la vapeur :* il a lieu dans de grands cylindres où l'on fait arriver la vapeur sous pression. *La calcination* est le dernier acte de la revivification ; elle a lieu dans des

fours spéciaux qui sont disposés de façon à ne pas laisser la température du noir s'élever à plus de 300 à 400 degrés ; on évite aussi avec le plus grand soin l'entrée de l'air pendant cette calcination, car le charbon contenu dans le noir animal serait brûlé et on ne trouverait plus que des ossements blanchis semblables à ceux que nous voyons comme résidus des os que nous jetons dans nos foyers.

Cette pratique de la revivification du noir a permis aux fabricants d'employer largement cet utile produit, sans augmenter considérablement les frais de production.

Depuis 1828, époque à laquelle Dumont pratiqua le filtrage sur le noir en grains et la revivification du noir, les appareils à filtrer n'ont pas changé de principe et ont peu changé de forme ; pendant longtemps on n'a rien modifié au filtre de l'inventeur qui servait seul dans les sucreries. C'étaient des filtres à air libre constitués par de hautes caisses munies d'un double fond percé de trous : le corps de la caisse était rempli de noir sur lequel un robinet déversait le jus à filtrer; un flotteur maintenait le même niveau de liquide afin d'obtenir une pression égale. Actuellement on a cherché à diminuer les manipulations des jus, les manipulations du filtre et à obtenir le maximum de résultats avec le minimum de matières : pour diminuer la manipulation des jus, le filtre communique par des tuyaux diffé-



Four Stévenaux pour révivifier le noir animal.

A, maçonnerie générale du four : B, four ; C, colonnes en fonte par lesquelles passent les produits de la combustion ; D tuyau central à chaperon sur lequel le noir glisse ; E, trémies ou entonnoirs où l'on jette le noir qui descend dans les colonnes D ; F, ouvertures du tube central D pour le dégagement des vapeurs ; G, foyers ; H, cendriers ; K. tuyaux refroidisseurs : L, conduits d'aspiration ; M, cuvettes ; N, récepteurs où tombe le noir ; T, tirettes par où l'on retire le noir refroidi.

rents avec les réservoirs des jus à filtrer, il suffit de tourner un robinet pour que l'apport se fasse régulièrement ; un double tuyautage à la sortie du filtre conduit les jus à la concentration ou les sirops à la cuite, suivant qu'il s'agit de la filtration des jus ou des sirops : un robinet commande une conduite d'eau chaude pour laver le noir avant de le retirer du filtre, un second communique avec un générateur de vapeur que l'on fait aussi passer sur le noir ; en haut du filtre est un trou d'homme pour le chargement et en bas un autre pour la décharge de l'appareil ; par ces différents agencements sont diminuées les manipulations du noir. On a remarqué que le pouvoir décolorant du noir était augmenté par la chaleur, augmenté aussi quand, avant de commencer la filtration, on a fait passer sur lui de l'eau chaude et un jet de vapeur ; nous savons comme il est facile avec les appareils actuellement employés de réaliser ces deux dernières conditions ; pour filtrer à chaud les jus, il suffit de les mener de suite de la chaudière de carbonatation au filtre ; quant aux sirops on les réchauffe et on a soin d'entourer le filtre de bois, corps mauvais conducteur de la chaleur, afin d'éviter les déperditions du calorique. Souvent les filtres communiquent entre eux, afin de pratiquer coup sur coup sur le même jus trois ou quatre filtrations successives. Par ces filtrations on arrive à transformer le jus de la betterave chargé d'impuretés

en un liquide plus pur qui se rapproche davantage de ce que serait une solution sucrée; le jus est décoloré, il est privé de toutes espèces de pulpes et d'une certaine quantité de sels, mais il en contient encore une proportion relativement considérable, c'est l'écueil de la cristallisation complète qu'il est impossible d'obtenir et l'origine de la formation des mélasses ; néanmoins tel qu'il est obtenu au sortir des filtres à noir, le jus peut être considéré au point de vue des opérations à lui faire subir comme une solution sucrée qu'il faut épaissir en sirop et faire cristalliser.

CHAPITRE VII

Evaporation des Jus.

Deux mots sur l'évaporation. — Ebullition dans le vide. — Appareil à triple effet.

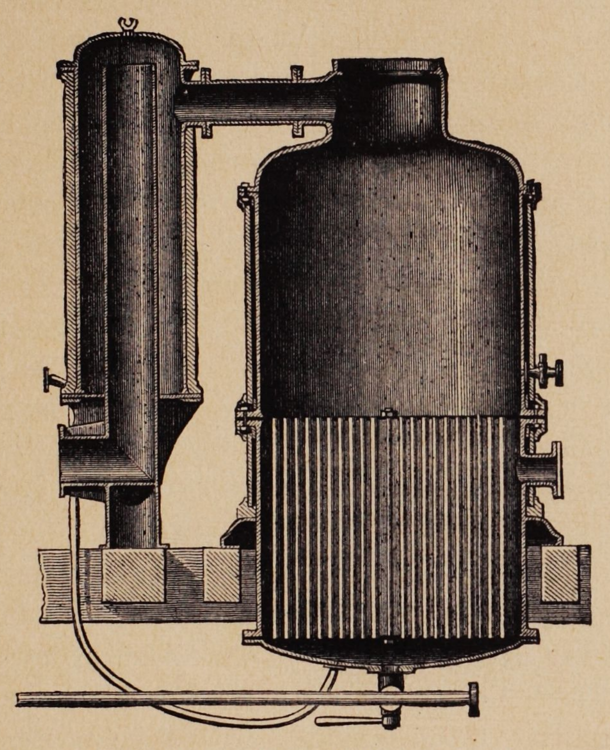
Nous assistons chaque jour à des phénomènes qui nous semblent très simples parce que nous avons l'habitude de les voir se produire; en réfléchissant nous constatons qu'ils contiennent plus d'un enseignement. Plaçons sur le feu une casserole remplie d'eau salée ; bientôt le liquide se mettra à bouillir ; si nous plongeons un thermomètre dans cette eau salée bouillante, il s'élèvera à un peu plus de 100° centigrades et nous pourrons dès lors activer le feu, faire briller la flamme, notre thermomètre marquera toujours le même point ; mais observons cette eau qui bout, un nuage léger tourbillonne au-dessus d'elle qui est formé de vapeur d'eau ; en même temps le liquide contenu dans la casserole diminue ; c'est qu'en effet toute la chaleur du foyer sert à *vaporiser* le liquide ; elle produit un travail de vaporisation et ne peut plus dès lors produire un travail d'échauffement ; continuons toujours

à entretenir notre feu : le liquide diminue toujours, il n'y en a presque plus, mais il est épaissi, à peine fluide maintenant et enfin il ne reste plus dans la casserole que quelques cristaux de sel, toute l'eau s'en est allée en vapeur. C'est cette expérience qu'il faut réaliser avec les jus sucrés ; évaporer l'excès d'eau pour les épaissir et pouvoir continuer l'évaporation jusqu'à la cristallisation du sucre. — Mais dans la pratique, l'expérience n'a pas la simplicité de celle que nous avons décrite pour l'eau salée, parce que les jus ne sont pas une simple solution sucrée, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer ; de plus, il faut user le moins de combustible possible pour obtenir l'évaporation. Ces conditions ont exigé l'emploi d'un appareil spécial connu sous le nom d'appareil à triple effet.

En 1850 on fit grand bruit, dans la sucrerie, d'un appareil inventé par M. Rillieux qui fonctionnait dans la Louisiane chez son inventeur : M. Rillieux obtenait ainsi directement du sucre cristallisé ; un Allemand eut connaissance des plans de cet appareil et les apporta en Europe ; c'est en s'inspirant de ces plans que la maison Cail inventa et construisit l'appareil à triple effet.

Le principe de cet appareil est le chauffage à la vapeur et l'évaporation dans le vide ; nous avons déjà expliqué, en parlant de l'appareil d'Howard, que le point d'ébullition diminue en

même temps que la pression s'abaisse ; c'est ainsi que si on met en communication avec la pompe pneumatique une carafe contenant de



Coupe verticale d'un cylindre de l'appareil à triple effet.

l'eau à la température ambiante, on verra le liquide bouillonner quand on aura atteint un certain degré de vide ; plus le vide sera parfait et plus basse sera la température de l'ébullition ; l'application de ce principe pour l'évaporation des sirops permet d'obtenir un grand travail

d'évaporation avec peu de combustible et de faire bouillir les jus à une température où le sucre n'est pas décomposé. La partie ingénieuse de l'appareil à triple effet consiste à avoir employé les vapeurs qui se dégagent du liquide que l'on veut concentrer pour chauffer une autre chaudière d'évaporation. Voici comment on y est arrivé : l'appareil à triple effet comprend trois chaudières séparées horizontalement en trois compartiments inégaux par des plaques de bronze réunies par des tubes ; ainsi le compartiment supérieur et l'inférieur peuvent communiquer entre eux et le compartiment moyen se trouve isolé ; entre chaque chaudière est une sorte de réservoir vertical qui communique d'un côté avec le compartiment supérieur de la première chaudière et de l'autre avec le compartiment supérieur de la seconde par un tube et aussi avec le compartiment moyen de cette seconde chaudière par un autre tube ; la troisième chaudière est séparée de la seconde par un autre réservoir qui affecte la même disposition, et enfin une pompe pneumatique est en communication avec le compartiment supérieur de cette troisième chaudière. Si nous supposons les trois chaudières remplies de jus et que nous mettions en œuvre la pompe pneumatique, le vide sera plus parfait dans la troisième chaudière située plus près de la pompe que dans la première plus éloignée ; si nous supposons chauffé

le liquide de la première chaudière, les vapeurs qui s'en dégageront chaufferont le liquide de la seconde puisqu'elles pénètreront dans son compartiment moyen réservé au chauffage ; évidemment elles se seront refroidies et donneront une température moins élevée que celle du liquide de la première chaudière d'où elles viennent, mais comme la seconde chaudière présente un vide plus parfait que la première, le jus qui y est contenu pourra entrer en ébullition, et fournir aussi des vapeurs qui serviront pour la troisième chaudière. C'est en effet ainsi que fonctionne l'appareil à triple effet : la première chaudière A est chauffée par la vapeur venant du générateur, vapeur que l'on fait passer dans son compartiment moyen, un système spécial débarrasse de la vapeur condensée, le liquide de cette chaudière A s'échauffe jusqu'à 70 à 80° ; les vapeurs qui s'en échappent chauffent le compartiment moyen de la chaudière A' ; le liquide de celle-ci entre en ébullition à 60° seulement et les vapeurs de la chaudière A ont conservé assez de chaleur pour l'élever à cette température ; le jus de la chaudière A' est donc en ébullition et émet des vapeurs qui pénètrent dans le compartiment moyen de la chaudière A'' et chauffent cette chaudière à 50°, température suffisante pour l'ébullition du liquide qu'elle contient. Ainsi tout se met à bouillir : la chaudière A à 70°, la chaudière A' à 60°, la chaudière A'' à 50°, parce que ces

trois chaudières communiquent entre elles par leurs compartiments supérieurs (en plus de la communication du compartiment supérieur d'une chaudière et du compartiment moyen de la suivante) et que la pompe pneumatique annexée à la chaudière A'' fait dans les trois chaudières un vide qui va diminuant de perfection de la chaudière A'' à la chaudière A.

Tel est le principe et telle est la marche de l'appareil à triple effet; si nous voulons l'exposer complètement, il nous suffira de dire qu'un système de tuyaux permet de faire passer les jus d'une chaudière à l'autre et qu'à chaque chaudière existent différentes annexes : au compartiment moyen, un robinet pour déverser la vapeur condensée que l'on fait passer sur un condenseur saccharimétrique, appareil qui lui enlève les molécules sucrées qu'elle a entraînées ; au compartiment supérieur un robinet à beurre destiné à projeter pendant l'ébullition une matière grasse pour faire tomber les mousses. On remarque encore une lumière ménagée dans chaque chaudière pour suivre de l'œil les progrès de la concentration ; une éprouvette particulière servant à prendre un échantillon du jus ; un manomètre et un thermomètre.

CHAPITRE VIII

Cristallisation.

Principes de la cristallisation. — Chaudière à cuire. — Cuite en grains. — La masse cuite. — Cristallisation dans l'empli. — Turbinage et clairçage. — Sucre de premier jet. — Sucres de deuxième et de troisième jet.

Nous savons tous que lorsqu'une substance soluble est dissoute dans un liquide, il existe un moment où ce liquide ne peut plus dissoudre une nouvelle quantité. Si on soustrait du liquide à une solution ainsi saturée, une certaine quantité de la substance dissoute se précipitera en formant des cristaux ; c'est ainsi que l'on extrait le sel marin en concentrant l'eau de mer. C'est d'après le même principe que l'on extrait le sucre des jus quand ils sont suffisamment purifiés et concentrés. S'il fallait attendre la cristallisation de l'évaporation naturelle, on ne pourrait obtenir une production suffisante, et la forme des cristaux ne serait pas celle que nous avons coutume de voir dans le sucre du commerce ; dans la cristallisation lente, les cristaux s'agglomèrent suivant des règles étudiées par les chimistes pour former de beaux prismes transpa-

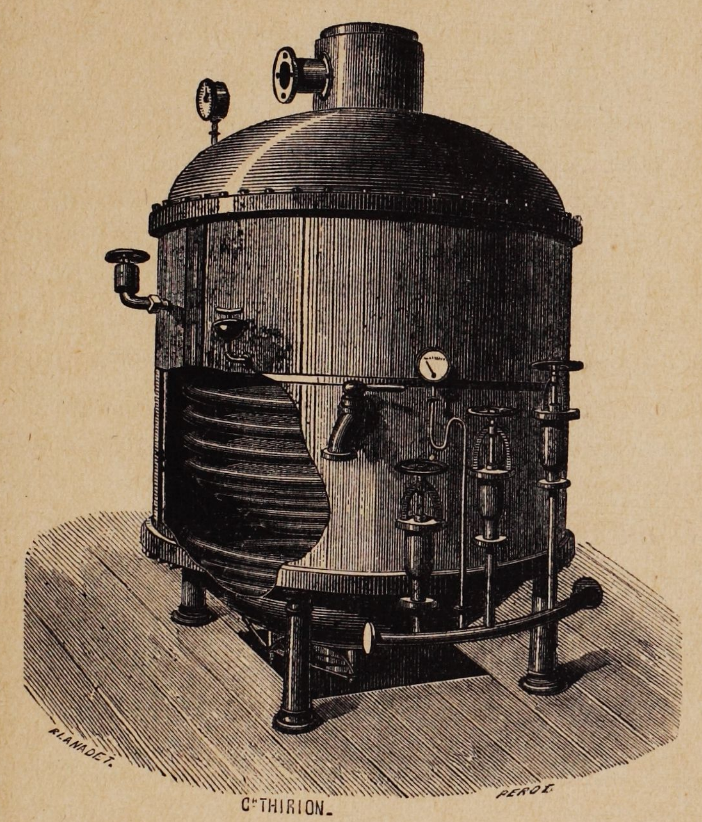
12

rents, comme ceux du sucre candi ou ceux qui se déposent au fond des bouteilles de kummel ; mais si on a soin d'agiter le liquide concentré qui doit fournir les cristaux, tout ordre est rompu, aucune règle n'est plus suivie ; les petits cristaux s'agglomèrent comme ils peuvent, et la masse ainsi obtenue n'est pas transparente, c'est le sucre que nous connaissons.

Dans l'industrie on emploie pour obtenir la cristallisation un appareil spécial, la chaudière à cuire ; c'est cet appareil qui reçoit les sirops qui sortent de l'appareil à triple effet, et qui doit les concentrer jusqu'à la cristallisation ; la chaudière à cuire est chauffée par la vapeur au moyen d'un serpentin, et elle communique avec une pompe qui y produit le vide afin d'obtenir une évaporation plus rapide ; mais ce qui la caractérise, ce sont ses dimensions énormes : la plus petite contient vingt-cinq hectolitres de sirop ; souvent les usines en possèdent d'une capacité de cent cinquante hectolitres ; on pourrait installer une véritable chambre à coucher dans la chaudière de l'usine d'Origny-Sainte-Benoîte qui a 4 mètres de diamètre, et ce n'est pas la plus grande ; celle de Meaux a 4^{m},50 de diamètre, et celle de Cambrai 5^{m},50. C'est dans ces énormes chaudières que se pratique la partie la plus délicate de la fabrication du sucre : la *cuite en grains* qui est le couronnement de l'œuvre.

C'est une opération difficile qui exige une

expérience approfondie de la part de celui qui la dirige ; il doit savoir le moment précis où il est nécessaire de faire entrer le sirop dans la chau-



Chaudière à cuire en grains.

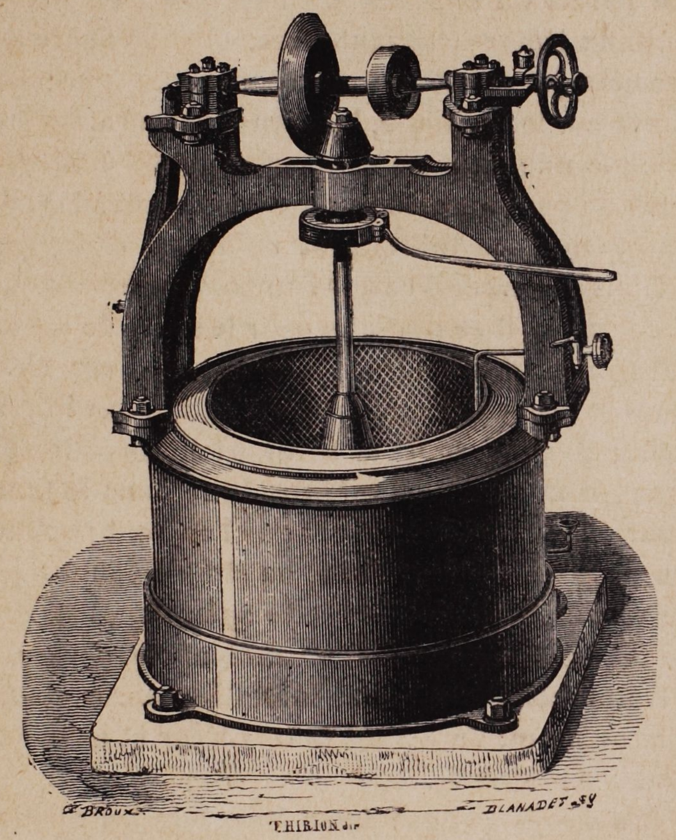
dière, d'augmenter ou de diminuer le vide, de pousser ou de ralentir la vapeur ; quand le grain de sucre est formé, qu'il a pris le volume et la consistance nécessaires, le cuiseur ouvre un

robinet, un sifflement se produit : c'est l'entrée de l'air dans la chaudière ; le vide est *cassé,* l'opération terminée, et la *masse cuite,* mélange de sirop et de grains de sucre, est dirigée sur l'*empli;* c'est une vaste pièce où sont disposés des bacs dans lesquels la *masse cuite en grains,* comme nous venons de le voir, se refroidit et continue à cristalliser. Après quelques heures, le fabricant peut apprécier dans les bacs de l'empli la réussite de ses opérations ; en se refroidissant, la masse cuite s'est durcie ; en la frappant fortement de la main, il ne doit rester accolés à la peau ni sucre ni sirop, mais on doit entendre un son clair, signe de la réussite des opérations ; cette masse durcie contient cependant encore une quantité d'eau assez considérable et des matières étrangères, comme en fait foi le tableau suivant, qui n'est autre que l'analyse de la masse cuite :

Eau	10,40
Sucre	81,85
Sels	2,94
Matières organiques	4,81

L'eau et la mélasse contenues dans cette masse de l'empli sont éliminées par le turbinage. Déjà nous avons expliqué plus haut comment agit dans les turbines la force centrifuge. Pour l'égouttage des masses, on commence par mélanger à la pelle (après avoir brisé la masse de l'empli à la pioche s'il est nécessaire) la masse avec 5 °/₀ de

sirop ; redevenue pâteuse, cette masse est transportée dans la turbine ; cet appareil est formé de deux tambours contenus l'un dans l'autre ; le



Turbine pour le clairçage des sucres bruts.

tambour intérieur est un grillage métallique ; l'extérieur, une paroi métallique pleine ; le tambour intérieur est seul animé du mouvement de rotation qui atteint 1,200 tours à la minute ;

alors, à travers les mailles du grillage, sont projetés et les grains de sucre trop petits et le liquide imprégnant les cristaux ; bientôt il faut détacher des parois du tambour un sucre sec, en petits cristaux légèrement jaunâtres : c'est le sucre de premier jet, c'est du sucre presque pur ; on l'envoie à la raffinerie, bien que le saccharimètre indique une richesse saccharine de 98 à 99 °/₀ ; mais on peut aussi le livrer directement à la consommation, en lui faisant subir un clairçage.

Nous savons déjà ce que l'on nomme le clairçage et comment il se pratique pour le sucre de canne dans bien des endroits encore ; claircer c'est chasser un sirop impur par un sirop sans impuretés ; quelques tours de turbine font un clairçage forcé, si on a pris soin d'introduire dans le tambour où se trouve le sucre que l'on veut purifier un sirop clair, ou de l'eau, ou simplement un jet de vapeur. A la suite de cette opération, le sucre de premier jet est parfaitement blanc et peut être livré au commerce ; en général les fabricants ne font subir qu'un clairçage très léger et envoient tout à la raffinerie.

Les sirops qui ont passé à travers les mailles du tambour métallique de la turbine contiennent une grande quantité de sucre avec des impuretés, on les fait passer sur du noir et on les mène ensuite à la chaudière à cuire, mais les impuretés qu'ils contiennent empêchent que l'on puisse conduire la cuite jusqu'à la cuite en

grains ; force est de s'arrêter à la preuve au filet, c'est-à-dire au moment où la masse prise entre deux doigts forme, quand on écarte ces deux doigts l'un de l'autre, un filet long, délié et persistant ; la cristallisation dans l'empli de cette masse qui provient des *sirops d'égout*, est plus longue que pour la première opération ; soumise au turbinage, cette masse donne le *sucre de second jet ;* les égouts de ce second jet traités à leur tour donnent le sucre de troisième jet ; ces deux qualités de sucre sont toujours envoyées à la raffinerie.

Après tout ce travail, quelle a été la transformation de la masse cuite du fabricant ? M. Valkoff dit que 100 kilogr. de masse cuite donnent :

60 kilogr.		de sucre de premier jet.
9 kilogr.	100	— deuxième jet.
3 kilogr.	500	— troisième jet.
20 kilogr.		de mélasse.
7 kilogr.	400	de matières perdues.

Le résultat est donc de donner le sucre au raffineur et la mélasse à la distillerie ; deux grosses industries qui vivent de la fabrication du sucre proprement dite : la première s'emparant du produit supérieur de la fabrique pour l'améliorer encore ; la seconde se contentant des déchets ; mais avant de livrer son sucre au raffineur et sa mélasse au distillateur, le fabricant de sucre a cherché tous les moyens d'utiliser ses produits

supérieurs et inférieurs pour son plus grand avantage ; on a tenté le raffinage en fabrique, on a cherché à extraire jusqu'à la dernière parcelle de sucre des mélasses ; nous parlerons du raffinage en fabrique en faisant connaître la raffinerie ; quant au traitement des mélasses, il est des plus importants, et nos lecteurs s'étonneront peut-être de tout ce que la science a pu trouver dans ce sucre impur, de tout ce qu'elle a su en tirer pour le bien ou le mal de l'humanité.

TROISIÈME PARTIE

Les Déchets du Sucre

CHAPITRE PREMIER

La Mélasse.

Formation de la mélasse. — Composition. — Substances mélassigènes. — Extraction du sucre des mélasses. — L'osmose. — Un osmogène. — Résultat de l'osmose. — La sucraterie. — Les sucrates de chaux, de baryte et de strontiane.

La betterave comprend dans sa composition du sucre, des sels, de la cellulose, de l'albumine végétale, etc. Les opérations de la sucrerie ont tiré des jus de 9 à 10 °/₀ de sucre et transformé le reste en mélasse, c'est-à-dire en liquide brunâtre et visqueux qui contient encore 45 °/₀ de sucre qui ne peut cristalliser. Que le fabricant ait employé de la betterave riche, qu'il ait employé une betterave pauvre, quel que soit le soin apporté au traitement des jus, quand les sirops d'égouts titrent 45 °/₀ de sucre, ils forment la mélasse et pas un cristal de saccharose ne se dépose plus ; la mélasse a la composition suivante :

Sucre	45
Sels minéraux	10
Substances organiques . . .	25
Eau	20
TOTAL	100

Les savants ont cherché la raison qui rendait impossible la cristallisation du sucre dans la mélasse, et c'est un mystère qui leur échappe avec bien d'autres; les uns accusent les sels minéraux, les autres les substances organiques et parmi celles-ci toutes ont été incriminées; puis, devant l'impuissance où ils se trouvaient de donner une explication satisfaisante, ils ont donné au moins un nom aux substances coupables et les ont baptisées substances mélassigènes. Puisque l'on ignorait la cause de la formation de la mélasse, il était difficile de l'empêcher de se produire; il s'en produisit donc de 3 à 3 1/2 °/₀ des jus; on voit quelle énorme quantité une sucrerie un peu active peut en accumuler. La plus grande fabrique de sucre d'Allemagne qui travaille par jour 2,500 tonnes de betteraves produit un peu plus de 2,000 hectolitres de jus et par conséquent plus de 600 kilogr. de mélasse. On ne peut empêcher la mélasse de se produire et on cherche à l'utiliser; tour à tour la mélasse a été méprisée ou au contraire traitée avec soin ; on la fit entrer dans la composition de certains ciments faisant ainsi des murs de sucre ; on la

donna comme nourriture aux bestiaux et les bœufs au sucre prospérèrent rapidement ; mais ces essais n'eurent pas lieu en Allemagne, à cause de son régime d'impositions : il y a plus de cinquante ans actuellement que fonctionne en Allemagne l'impôt sur la betterave ; autant de tonnes de betteraves employées par l'usinier, autant de fois est payée par lui la somme réclamée pour les impôts ; c'est à lui de tirer de ses betteraves le meilleur parti possible, de lui faire rendre tout le sucre possible ; c'est une semblable loi qui nous régit en ce moment en France, mais avant l'année 1884 l'impôt se payait dans notre pays d'après la quantité de sucre fabriqué ; le résultat de cette différence de régime fut qu'en Allemagne on cherchait à tirer le sucre des mélasses et qu'en France on n'attachait que peu d'importance à cette question.

Les intérêts de chacun de ces pays sont maintenant semblables à ce point de vue et l'utilisation des mélasses se fait en tirant d'elles toute la quantité de sucre que l'on peut leur faire donner ou en transformant ce sucre en alcool. Pour extraire le sucre des mélasses, deux principes seulement pouvaient être appliqués : ou bien enlever à la mélasse les substances mélassigènes, ou bien séparer chimiquement le sucre ; ces deux principes ont donné le jour à deux méthodes : celle de l'osmose et celle de la sucraterie.

Dans l'industrie sucrière, les connaissances

chimiques et physiques reçoivent les applications les plus variées et on peut dire qu'elle est une des plus scientifiques. Pour comprendre le mécanisme industriel du procédé de l'osmose, il faut expliquer en deux mots ce qu'est l'osmose au point de vue physique. Si on sépare un récipient en deux compartiments par une membrane poreuse et que l'on place dans l'un de ces compartiments une solution d'un corps cristallisable, dans l'autre une solution d'un corps non cristallisable, on retrouvera bientôt le corps cristallisable dans le second compartiment où il aura passé en vertu du *pouvoir osmotique*, tandis que le corps incristallisable n'a pas traversé la membrane : le premier est un corps *cristalloïde*, le second un corps *colloïde*. Les substances cristalloïdes ont un *pouvoir osmotique* différent, c'est-à-dire que la membrane est traversée plus ou moins vite par eux suivant leur nature.

C'est ce principe de l'osmose qui a été appliqué aux mélasses : elles contiennent peu de substances colloïdes, mais surtout des sels et du sucre, substances cristalloïdes : lorsqu'on place d'un côté d'une membrane poreuse la mélasse et de l'autre côté de l'eau pure, les sels et le sucre passent dans l'eau dans la proportion de 4 de sels pour 3 de sucre ; l'expérience a démontré que 1 partie de sels empêchait la cristallisation de 3,5 parties de sucre ; par conséquent, lorsque 4 parties de sels ont passé, elles ont rendu

cristallisable quatre fois 3,5 de sucre, soit 14 parties dont l'industrie peut tirer profit : le sucre qui a passé avec les sels est évidemment perdu pour la fabrication. La réalisation de ce résultat a lieu par les osmogènes.

La difficulté pratique de la construction industrielle d'un appareil d'osmose résidait dans le choix de la membrane poreuse. On prend pour remplir cet office des feuilles de papier parchemin. La découverte de cette substance n'est pas de date ancienne : Poumarède et Louis Figuier l'ont fait connaître en 1844. On plonge dans de l'acide sulfurique à 60° une feuille de papier ordinaire, les fibres qui forment le papier se gonflent, on lui fait subir d'abondants lavages et la feuille prend, une fois séchée, l'aspect connu du parchemin ; les auteurs ont décrit cette préparation sous le nom de parchemin végétal. Ainsi préparé le papier ne se désagrège pas au contact de l'eau, pas même à celui de l'eau chaude et il a acquis les propriétés des membranes poreuses ; il est donc apte à servir de séparation pour les opérations de l'osmose ; la facilité de s'en procurer, son bon marché joints à sa porosité l'ont fait employer à l'exclusion de toute autre substance dans la confection des osmogènes.

L'osmogène ou dialyseur de Dubrunfant se compose d'un certain nombre de cadres de bois formant chambre et placés les uns contre les autres ; leurs dimensions sont ordinairement

1 mètre en largeur, $0^m,66$ en hauteur et $0^m,02$ en épaisseur. Chaque face du cadre est recouverte d'une feuille de papier parchemin maintenue par des ficelles ; ainsi est constituée une sorte de tambour qui est divisé intérieurement par des barettes de bois formant plusieurs compartiments qui tous communiquent entre eux : si on suppose un second cadre semblable au premier et juxtaposé à lui, de façon qu'une des parois de papier parchemin soit commune aux deux, on aura la composition exacte d'un élément de l'osmogène; réunissons ensemble 30, 40, 50 de ces couples élémentaires et nous aurons l'osmogène tout entier. Dans les cadres sont ménagés des orifices qui permettent d'établir un courant ascendant de mélasse et un courant descendant d'eau. Comme l'opération se fait mieux à chaud qu'à froid, on chauffe la mélasse à l'ébullition et l'eau à 70°; nous savons déjà le résultat de ce traitement des mélasses : une partie des sels passe dans l'eau pure et permet ainsi la cristallisation de trois fois et demie son poids de sucre; l'eau ainsi chargée de sels et aussi de sucre qui a passé en même temps sont les *eaux d'exosmose*; on les concentre pour l'extraction des sels de potasse et de soude, engrais chimiques livrés à l'agriculture ; ainsi la culture de la betterave ne prend rien à la terre si on rend au sol les sels dont la plante l'a privé, puisque l'homme n'utilise que le sucre, combinaison d'eau et de charbon que la plante puise

dans l'atmosphère où il est répandu sous la forme d'acide carbonique.

Dans ce procédé d'osmose, on sépare les sels du sucre par un procédé physique sans altérer ni les uns ni l'autre; dans le procédé à la baryte qu'il nous faut expliquer, on sépare le sucre des sels en modifiant le sucre de façon à le rendre insoluble et pouvoir ainsi le séparer facilement, puis on lui donne de nouveau sa forme première dans laquelle il cristallise.

Nous avons déjà expliqué ce que l'on appelait sel en chimie : c'est une combinaison d'un corps nommé acide et d'un corps nommé base, ainsi l'acide sulfurique combiné à la chaux, base puissante, forme le sulfate de chaux ou plâtre. Le sucre a la propriété de se conduire vis-à-vis de certaines bases puissantes comme un acide, c'est-à-dire qu'il forme avec ces bases un *saccharate* ou *sucrate*, saccharate de baryte, de strontiane, de chaux qui ont la propriété d'être insolubles. On voit immédiatement quel parti on a essayé de tirer de cette propriété du sucre pour l'isoler dans les mélasses à l'état de saccharate insoluble; rien de plus simple alors que de séparer ce saccharate mécaniquement; rien de plus simple non plus que de mettre le sucre en liberté; il suffit de faire passer dans le saccharate un courant d'acide carbonique, le sucre est mis en liberté et l'acide carbonique se combine à la base pour former un carbonate de baryte, de

strontiane ou de chaux insoluble. Ces propriétés du sucre ont été découvertes par M. Péligot et d'elles sont nées les *sucrateries*. A première vue il semble que la chaux si commune aurait dû être employée à l'exclusion de la baryte et de la strontiane, mais la combinaison ne se fait pas avec ces trois bases dans les mêmes proportions; avec la baryte on obtient un sucrate monobarytique, avec la strontiane un sucrate bistrontique, avec la chaux un sucrate tricalcique, c'est-à-dire que si nous précipitons dans un sirop bouillant, car la réaction ne se produit qu'à chaud, la même quantité de baryte, de strontiane et de chaux, il y aura trois fois plus de sucre précipité à l'état de saccharate avec la baryte qu'avec la chaux et deux fois plus avec la baryte qu'avec la strontiane. La réaction se produit de telle façon qu'il faudrait faire trois opérations successives à la chaux pour avoir la même quantité de sucrate qu'avec la baryte. Le prix de la baryte et de la strontiane, la quantité de chaleur nécessitée par le traitement à la chaux ont fait presque partout abandonner les sucrateries créées d'après le type primitif; mais un Allemand, Steffen, a trouvé un procédé dit par précipitation par lequel il peut extraire avec la chaux, sans grande dépense de combustible, 88 °/₀ en sucre cristallisé des mélasses. Néanmoins, jusqu'à présent, les sucrateries ne se sont pas relevées et les fabricants préfèrent encore envoyer leurs mélasses à la distillerie

CHAPITRE II

L'Alcool.

Les fermentations et la fermentation alcoolique. — Ferments solubles et ferments figurés. — Distillation des jus fermentés. — L'alcool et les alcools. — Bouquet des vins et eaux-de-vie. — L'alambic. — Les appareils à distiller. — Déphlegmateurs et rectificateurs.

Si la fabrication du sucre par elle-même soulève, ainsi que nous l'avons, vu bien des problèmes physiques et chimiques, il semble que lorsque l'on veut étudier le traitement des résidus de cette fabrication, c'est-à-dire de la mélasse, on soit obligé d'être un véritable savant. Cependant nous pensons pouvoir donner quelques notions assez simples pour être comprises sans difficultés et assez complètes pour expliquer comment il se fait que la mélasse puisse et doive produire de l'alcool.

Le fait principal sur lequel se base la fabrication de l'alcool est la fermentation dite fermentation alcoolique.

Il existe une quantité considérable d'organismes infiniment petits qui jouent dans la nature un rôle d'une extrême importance. A Pasteur revient l'honneur d'avoir prouvé leur

existence et d'avoir découvert les propriétés de beaucoup d'entre eux ; ces organismes microscopiques ont reçu bien des noms : ce sont les microbes, les bactéries, les bacilles, etc. ; ce sont aussi les ferments ; c'est seulement de quelques-uns d'entre eux connus sous ce nom que nous avons à parler. Les ferments produisent des réactions chimiques toujours les mêmes quand ils sont mis en présence de certains corps et comme ils sont vivants, qu'ils sécrètent des liquides spéciaux, c'est parfois par l'intermédiaire de ces liquides produits par l'organisme microscopique que la réaction chimique a lieu ; on dit alors que cette réaction est faite sous l'influence d'un *ferment soluble ;* si au contraire c'est l'organisme lui-même qui a agi, on admet qu'elle s'est produite par l'action d'un *ferment figuré ;* la mieux étudiée peut-être et la plus intéressante de ces réactions est la fermentation alcoolique ; avant d'expliquer comment elle se produit, nous pouvons en annoncer le résultat : la fermentation alcoolique transforme un sucre, le glucose, en alcool et en acide carbonique ; le glucose et l'alcool sont formés de charbon et d'eau dans des proportions différentes ; la fermentation alcoolique décompose le glucose en faisant varier les proportions de ses éléments composants pour former de l'alcool et de l'acide carbonique ; c'est ce que l'on exprime par l'équation chimique suivante :

$$C^6H^{12}O^6 = 2\,C^2H^6O + 2\,CO^2$$

Glucose. *Alcool.* *Acide carbonique.*

La plus anciennement connue industriellement des fermentations alcooliques n'est autre que la fabrication du vin.

Nous n'avons pas à nous occuper des procédés perfectionnés que l'on emploie actuellement mais seulement de la fabrication simple : il suffit de mettre au cuvier la vendange ; elle est foulée et au bout de quelque temps le vin se met à *bouillir*, c'est-à-dire que la mousse se forme et monte à la surface du cuvier ; cette mousse est constituée par des bulles de gaz carbonique, en même temps la liqueur s'enrichit en alcool. Que s'est-il donc passé ? D'où vient le mystérieux agent qui a de cette façon transformé la vendange ? C'est encore l'immortel Pasteur qui a trouvé que sur la surface d'un grain de raisin se trouvait en grande quantité le microbe qu'il a nommé *saccharomyces ellipsoïdus ;* c'est cet infiniment petit que Dieu a semé largement à la surface du fruit, qui se développe, se multiplie dans le liquide de ce fruit écrasé et détermine cette fermentation alcoolique, ce dédoublement du sucre de raisin en alcool et en acide carbonique dont nous avons plus haut écrit la formule. Mais ce microbe placé sur le raisin pour fabriquer le vin ne se trouve pas dans tous les liquides sucrés que l'on veut transformer industriellement en

alcool; aussi a-t-il fallu faire de véritables élevages du microbe bienfaisant : on emploie pour cela la levure de bière qu'il est facile de se procurer et de faire reproduire ; vue au microscope cette levure est un amas de globules un peu allongés, plus ou moins transparents et d'un diamètre de un dixième de millimètre ; mise en contact avec une solution de glucose elle transforme cette solution en acide carbonique et alcool.

Déjà mes lecteurs attentifs vont me faire un reproche ; je leur ai dit dès le début que pour un chimiste le sucre est une substance qui produit en fermentant de l'acide carbonique et de l'alcool ; mais que pour un pâtissier ces substances ne sont point du sucre; son sucre à lui c'est le saccharose que nous connaissons tous et qu'un chimiste ne range point au rang des sucres; comment dés lors expliquer la fabrication de l'alcool par les mélasses après ce qui vient d'être dit, car si il y a un peu de sucre incristallisable, glucose, qui peut fournir de l'alcool, il y a bien plus de sucre cristallisable, saccharose, puisque c'est pour l'utiliser industriellement que l'on porte les mélasses aux distilleries.

La levure de bière possède d'autres propriétés que celle de transformer le glucose ; elle unit de l'eau au saccharose pour faire avec une de ses molécules deux molécules de glucose ; ainsi transformé le sucre cristallisable se trouve dans

les conditions nécessaires pour subir la fermentation. La levure de bière vivante sécrète un liquide, *ferment soluble*, qui a, lui, la propriété d'hydrater le saccharose et l'organisme, agissant ensuite comme *ferment figuré*, produit la fermentation alcoolique.

Nous savons combien sont nombreuses les plantes qui contiennent le glucose ou le saccharose ; toutes ces plantes peuvent donc donner de l'alcool ; d'autre part nous savons que l'amidon peut facilement être transformé en glucose et l'amidon est le corps le plus répandu dans le règne végétal ; aussi n'est-il pour ainsi dire pas de plante dont il ne soit possible de tirer de l'alcool, mais on l'extrait surtout des pommes de terre, des grains, des betteraves et des fruits : pour ceux-ci il est nécessaire qu'ils contiennent une certaine quantité de sucre, car la fermentation ne fournit pas tout à fait 50 °/₀ en alcool de la quantité de sucre mise à fermenter. M. Tresenier a donné un tableau de la quantité de sucre contenue dans les fruits ordinaires de notre pays :

Prunes	2,1 °/₀
Reines-claude	3,1
Framboises.	4
Myrtilles.	5,8
Groseilles	6,1
Couetches	6,3

Groseilles à maquereau. . . .	7,1
Pommes.	6 à 8
Cerises et poires	8 à 11
Raisins	14 à 16

Tous les alcools s'obtiennent par distillation des jus fermentés; ils devraient être tous les mêmes, soit qu'ils proviennent de la betterave ou de la mélasse, soit qu'ils tirent leur origine des raisins les plus savoureux puisqu'il, s'agit d'une action chimique des ferments sur le sucre. Il n'en est pas ainsi : nous savons que l'alcool produit par la distillation du vin donne une excellente eau-de-vie et que l'affreux trois-six distribué à deux sous le petit verre dans les débits provient de la betterave, de la pomme de terre, etc. ; nous savons aussi que l'alcool des cannes à sucre est le rhum, celui des pommes l'eau-de-vie de cidre, etc., etc. ; tous ces liquides sont différents de goût, et évidemment si la réaction chimique se passait avec la simplicité que nous avons exposée, cela n'aurait pas lieu. C'est encore Pasteur qui a donné l'explication de ces différences de goût dans les eaux-de-vie suivant leur origine : pendant la fermentation du sucre, il se produit en même temps que l'acide carbonique et l'alcool de petites quantités de glycérine, d'acide succinique, de graisse et de cellulose ; de plus il ne se produit pas comme alcool que de l'alcool éthylique, il se forme aussi des alcools

dits supérieurs, alcools propylique, butylique, amylique, caproïque, etc. ; quand on nomme ces alcools des alcools supérieurs, il ne faut pas croire que ce soit leur décerner une qualité, bien au contraire; les chimistes ont rangé les alcools en série et les premiers de la série sont les alcools supérieurs, mais il ne s'agit pas là de la consommation ; à côté de ces alcools supérieurs, il se forme aussi dans la fermentation des acides (acétique, butyrique, propianique, valérique, etc.). On conçoit que mélangés entre eux tous ces corps chimiques différents réagissent les uns sur les autres ; ils réagissent également une fois distillés et forment des éthers qni donnent le *bouquet* du vin ou de la liqueur; au fond une liqueur distillée c'est de l'alcool éthylique avec des traces de quelques autres corps chimiques qui en font du rhum ou de l'eau-de-vie, de l'eau-de-vie de cidre ou de prunes, suivant les proportions des éléments surajoutés.

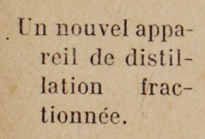
L'industrie doit chercher à faire avec les bas produits des sucreries de l'alcool et rien que de l'alcool, aussi a-t-elle perfectionné et la fermentation et la distillation, les deux grandes phases de son travail.

Quand le distillateur achète des mélasses aux sucreries, il se rend compte si cette mélasse est saine, loyale et marchande, ce sont les expressions consacrées, c'est-à-dire que la mélasse ne doit être altérée ni accidentellement, ni inten-

tionnellement, qu'elle doit contenir un minimum de 44 °/₀ de sucre cristallisable et pas plus de 1 °/₀ de glucose. Parmi les altérations de la mélasse, une des plus communes est due à la présence de champignons : les fabricants de sucre considèrent la mélasse comme un produit de rebut et ne lui accordent pas toujours les soins de propreté nécessaires ; il s'en suit que des moisissures se développent et déterminent la formation d'acides gras ; la proportion d'acide gras peut être considérable, jusqu'à 20 °/₀ de la mélasse. Le distillateur doit donc être un chimiste, afin de pouvoir se rendre compte de ce qu'il achète ; il doit savoir se rendre compte de la présence ou de l'absence des acides gras dans la mélasse, il doit savoir doser le glucose qui y est contenu, il doit surtout savoir ce que donnera d'alcool la mélasse qu'il vient d'acquérir. En moyenne 100 kilos de mélasse donnent 25 litres d'alcool absolu ; cependant on peut obtenir 30 et 33 litres pour 100 kilos de matière première : pour s'en rendre compte le distillateur procède à une fermentation en petit d'un échantillon prélevé sur la mélasse ; quand cette fermentation est terminée, il distille et peut alors juger combien d'alcool il pourra retirer du produit qu'il vient d'acquérir.

Pour déterminer la fermentation industriellement, l'expérience a appris qu'après avoir étendu les mélasses de la même quantité d'eau, on ajoute par 100 kilos 1 kil. 500 d'acide sulfu-

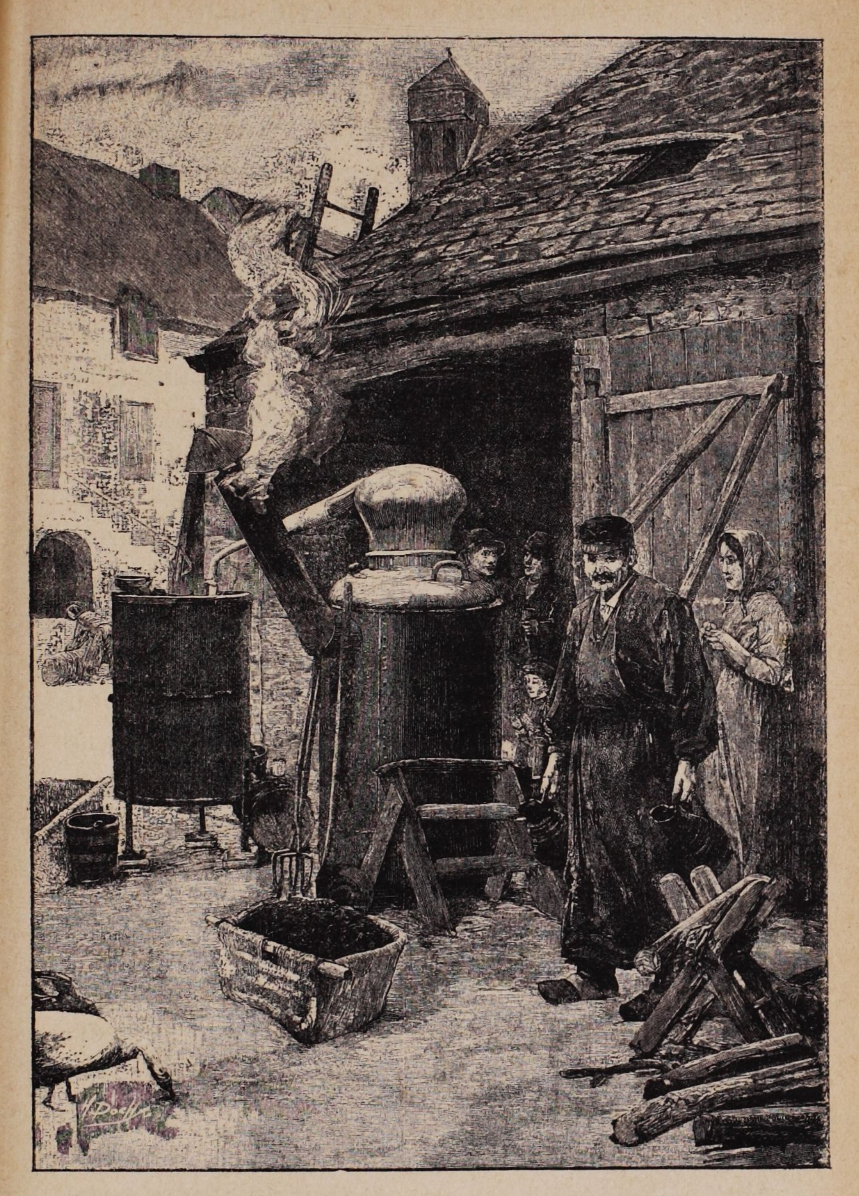
rique et 1 kil. 500 de levure de bière. Après avoir laissé se produire l'action du ferment à une température de 25° qui est la plus favorable, on arrive à la distillation.



Un nouvel appareil de distillation fractionnée.

La distillation consiste d'une façon générale dans l'évaporation d'un liquide et dans le refroidissement des vapeurs émises ; on obtient ainsi le liquide dans un grand état de pureté : la nature distille de l'eau quand le soleil ardent a fait évaporer la masse liquide qui recouvre notre globe ; les quantités de vapeurs ainsi soustraites à l'océan s'agglomèrent et se réunissent en nuages ; si ces vapeurs se refroidissent, elles retournent à l'état liquide et retombent sur nos têtes en forme de pluie. Dans les phénomènes qu'il nous est donné d'observer journellement autour de nous, nous voyons souvent des exemples de distillation : quand la cuisinière prépare le vulgaire pot-au-feu, on voit en enlevant le couvercle de la marmite des gouttelettes d'eau qui recouvrent complètement la surface du couvercle en rapport avec la vapeur ; la chaleur a

fait vaporiser l'eau, et cette eau réduite à l'état de vapeurs a rencontré la surface froide du couvercle; immédiatement elle s'est condensée sous forme de gouttes d'eau et a échauffé le couvercle. Dans ce fait d'observation courante, on trouve toute la théorie de la distillation : le foyer mis sous la marmite a amené l'ébullition à 100° et tant qu'il y aura du liquide sa température sera de 100°, quelle que soit l'intensité du chauffage ; toute la chaleur fournie est employée à vaporiser le liquide, elle reste à l'état de *chaleur latente* dite chaleur latente de vaporisation ; elle est comme emmagasinée dans la vapeur et ne se dégage que lorsque cette vapeur retourne à l'état liquide ; dans l'expérience du pot-au-feu, cette chaleur latente de vaporisation se dégage au moment où la vapeur d'eau se condense et elle échauffe le couvercle de la marmite. Il suffit donc pour distiller de chauffer un liquide et d'en faire passer les vapeurs dans un endroit frais où elles se reformeront en liquide. Primitivement on employait la cornue, instrument primitif fort en honneur parmi les alchimistes du moyen-âge et déjà connu des Romains ; puis vint l'alambic employé beaucoup encore pour les petites distillations ; nombre de petits propriétaires ont leur alambic pour distiller le marc de leurs raisins et de leurs fruits. L'alambic est un appareil de cuivre composé d'un récipient où se trouve le liquide à distiller, c'est la *cucurbite;* le *chapiteau* de forme



Les Bouilleurs de crû.

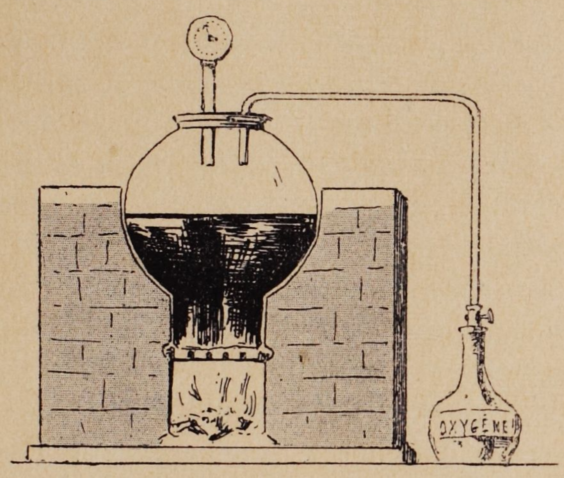
ovoïde surmonte la cucurbite, il se continue avec le *col de cygne* par où s'engagent les vapeurs ; du col de cygne ces vapeurs se rendent dans le *serpentin*, tube enroulé en hélice et constamment refroidi par un courant d'eau ; la condensation s'y fait et le liquide distillé s'écoule par son extrémité.

Lorsqu'on distille le produit de la fermentation du sucre, on agit sur un mélange d'eau et d'alcool, il passera donc des vapeurs d'eau et des vapeurs d'alcool ; le produit de la distillation sera également un mélange ; il fallait trouver des méthodes et des appareils capables de donner beaucoup d'alcool et peu d'eau. On obtient ce résultat en employant les déphlegmateurs et les rectificateurs.

L'alcool bout à 70°, l'eau à 100° ; au-dessous de 100° l'eau commence à se condenser ; si on refroidit donc le tube où passe un mélange de vapeurs d'eau et d'alcool entre 100° et 70°, il se condensera de l'eau et pas d'alcool ; les vapeurs, qui se condenseront ensuite dans un réfrigérant amenant une température plus basse, fourniront plus d'alcool puisqu'une partie de l'eau aura été déjà condensé ; c'est ce principe qui est celui des déphlegmateurs.

Si on fait passer les vapeurs émises par le liquide à distiller dans un liquide alcoolique, les vapeurs d'alcool se condenseront dans ce liquide qui s'enrichira en alcool ; de plus en se condensant, ces

vapeurs abandonnent leur chaleur latente, chaleur latente de liquéfaction ; par cette opération on obtient donc un liquide plus riche en alcool et un liquide dont le chauffage n'aura rien coûté; si on continue l'opération, ce liquide va se mettre à bouillir et il donnera lui-même des vapeurs



Vieillissement artificiel des eaux-de-vie.

qui seront plus riches en alcool que les premières; on peut faire passer ces secondes vapeurs dans un autre liquide alcoolique ; il s'enrichira encore en alcool et s'échauffera à son tour donnant des vapeurs encore plus alcooliques : c'est ainsi que fonctionnent les rectificateurs.

Depuis l'invention des déphlegmateurs par les frères Argand, de Montpellier, qui les employèrent sous le nom de *chauffe-vin* et depuis celle des rectificateurs en 1801 par Edouard Adam et Soli-

mani, bien des appareils industriels ont été proposés et construits : les appareils de Laugier, celui de Champonnois, celui de Derosne et Cail, etc., et surtout celui de Savalle qui sert à la distillation des mélasses principalement et qui est d'une grande ingéniosité. Le moût à distiller et les vapeurs suivent un chemin inverse dans cet appareil. La pièce principale est la colonne rectificatrice disposée verticalement et constituée par plusieurs plateaux installés de façon à diriger le moût de l'un à l'autre, comme l'eau d'une cascade ; de la colonne rectificatrice il tombe dans la chaudière. Les vapeurs émises par cette chaudière suivent dans la colonne rectificatrice un chemin inverse de celui du moût en l'échauffant par leur passage ; elles se condensent ensuite en partie dans le chauffe-vin qui donne un premier échauffement du moût avant sa descente dans la colonne et passent enfin du chauffe-vin dans le réfrigérant où elles achèvent de se condenser.

Il ne suffit pas de produire de l'alcool de bonne qualité, ni même de l'alcool bon goût pour faire une eau-de-vie buvable : les meilleurs crus au sortir de l'alambic ne rappellent que de loin ce qu'ils seront plus tard ; il faut que les eaux-de-vie aient vieilli pour prendre toute leur saveur. Avec le temps des modifications chimiques se produisent ; par oxydation lente, il se forme des éthers et d'autres corps qui donneront à l'eau-de-vie son parfum. On s'est appliqué, dans l'in-

dustrie, à obtenir rapidement ce que la nature ne distribuait qu'avec lenteur, et on est arrivé à *vieillir* des eaux-de-vie dans un espace de temps peu considérable. Au lieu de se produire lentement, les oxydations recherchées se produisent rapidement sous l'influence de l'ozone, et les distilleries ont installé des ozonateurs pour le vieillissement artificiel des eaux-de-vie. L'ozone, doué d'un si merveilleux pouvoir oxydant, n'est autre chose que de l'oxygène condensé, pour ainsi dire ; trois molécules d'oxygène intimement réunies forment une molécule d'ozone : la nature, grande chimiste, en fabrique sous l'influence de l'électricité de l'orage, et c'est à l'ozone qu'est due cette odeur spéciale qui suit les grandes ondées d'un ciel orageux.

Cet air d'orage a des emplois industriels multiples, il ne sert pas qu'à parfumer le trois-six, c'est un des corps employés pour la stérilisation des eaux ; l'eau est pour certains microbes un milieu très propice à leur existence ; ils y naissent, y vivent et s'y reproduisent avec une fécondité qui tient du prodige ; une goutte d'eau de Seine à Paris en contient d'innombrables multitudes et chacun de ces petits organismes opère ses échanges nutritifs, chacun d'eux rejette ses poisons qui sont des compositions chimiques définies ; détruire ces compositions chimiques c'est le plus souvent détruire les effets nocifs du microbe ; l'ozone s'en charge ; son merveilleux

pouvoir oxydant ajoute de çà de là, au bon endroit, une molécule d'oxygène et les poisons s'évanouissent, l'eau qui était distributrice de maladies devient innocente et peut sans danger étancher notre soif.

C'est encore le pouvoir oxydant de l'ozone qui permet de blanchir les huiles qui ont un aspect brunâtre et foncé, une odeur plus ou moins nauséabonde ; un peu d'ozone et tous les corps odorants et colorés se trouvent détruits, la couleur disparaît et le produit devient inoffensif.

L'ozone ne se contente pas de détruire les mauvaises odeurs ; savamment manié, il peut en produire d'excellente ; on sait dans combien de cas la vanilline préparée chimiquement remplace la gousse parfumée de vanille : M. Verley prépare des tonnes de vanilline, de quoi parfumer tous les chocolats du monde ; un corps chimique, l'isoengénol, est mis en présence de l'ozone et le voilà transformé en vanilline.

Là ne s'arrêtent pas encore les bienfaits de l'ozone ; rappelons qu'on l'a employé en médecine; les anémiques y trouvent la coloration pour leur sang pâli ; le pansement des brûlures est souvent heureusement modifié par son emploi et certaines affections de la peau guérissent grâce à son usage.

Les appareils ozonateurs nécessitent des frais considérables qui ne sont pas à la portée de la bourse de tous les vieillisseurs d'eau-de-vie, et

récemment on a fait beaucoup plus simple : M. Villon a découvert que l'oxygène sous pression produisait sur l'alcool les mêmes effets que l'ozone; un peu de bioxyde de manganèse, d'eau et d'acide sulfurique chauffés ensemble dans un ballon produisent l'oxygène nécessaire ;on conduit le gaz à l'aide d'un tube de verre dans le récipient chargé de l'eau-de-vie que l'on veut vieillir. Ce récipient est placé sur un feu doux, car c'est à chaud que la réaction doit s'opérer ; un manomètre est adapté et permet de mesurer la pression ainsi obtenue ; on s'arrête lorsque cette pression a atteint de 2 à 3 kilogr. Après quelques jours de ce traitement, la réaction est terminée, l'eau-de-vie a acquis de la saveur et du parfum, elle est vieille.

Si nous avons rangé parmi les transformations heureuses du sucre la fabrication de l'alcool, qui est un produit d'une incontestable utilité dans l'industrie, et peut être un médicament d'une grande valeur, nous ne pouvons cependant qu'être effrayés de l'abus des boissons alcooliques dans notre pays ; la France se noie dans des flots d'alcool et, si l'on n'y prend garde, elle sera bientôt submergée par cette marée montante ; il n'y a point à se le dissimuler, c'est en France actuellement qu'il se boit le plus d'alcool.

Autrefois la Suède et la Norwège occupaient un rang élevé parmi les buveurs d'alcool, et actuellement la moyenne individuelle n'est que

de 4 litres 5 en Suède, et que de 3 litres en Norwège, tandis qu'elle est de 15 litres pour la France. Paris compte 33,000 cabarets ; la ville de Roubaix (100,000 habitants) a 2,050 débits, soit 1 pour 48 habitants, et l'on estime que la classe ouvrière dépense annuellement deux milliards en petits verres ; en deux ans et demi la consommation actuelle des petits verres aurait soldé l'indemnité de guerre de 1870 !

Les intérêts de l'Etat et les intérêts électoraux empêchent de mettre un frein à cette formidable consommation.

En regard des désastres produits par cette consommation, on peut mettre les avantages : si le sucre mobilise une véritable armée pour sa fabrication, son transport et son commerce, cette armée n'est rien si on la compare à celle de l'alcool ; on compte qu'en France un huitième de la population vit de l'alcool, en attendant qu'il en meure. Nous voyons alors que depuis l'alambic du bouilleur de cru jusqu'aux immenses distilleries répandues sur le territoire, tous peuvent marcher sans trêve, sûrs de ne jamais arriver à étancher cette soif d'alcool insatiable dans les grandes villes, et qui déjà a gagné les campagnes ; cependant, si énormes que nous paraissent nos distilleries, elles ne sont rien en comparaison de certaines usines allemandes, et celles-ci sont encore dépassées en Amérique, où le gigantesque semble le normal.

De même qu'ils avaient monté la plus grande sucrerie du monde, les Américains ont monté la plus grande distillerie. Cet énorme alambic est situé en Californie ; ses propriétaires, qui s'en enorgueillissent, disent volontiers que leur usine distille en un jour assez d'alcool pour enivrer 40,000 personnes, soit la population d'une ville comme Versailles, et avec le produit d'un mois, ils peuvent griser toute la population de New-York !

Que serait encore cet alambic si ce que nous promet la chimie de demain se réalise ? Il n'y a point en ce moment, industriellement, d'alcool sans sucre, et, si la fabrication tient les engagements de la chimie, il n'y aura plus que de l'alcool de fumées. Voici comment le docteur Dumas signale cette découverte. Voulez-vous faire de l'alcool en quantités, en hectolitres, à flots ? Prenez un haut-fourneau. Voici la manière de s'en servir : les gaz qui s'échappent des hauts-fourneaux contiennent de 1 à 1,8 °/₀ en volume d'un gaz carburé nommé *éthylène*. Or, Faraday, Hennel et Berthelot ont montré qu'en faisant barboter de l'éthylène dans de l'acide sulfurique, on obtient de l'acide sulfo-éthylique. Faites bouillir dans de l'eau cet acide sulfo-éthylique, il se dédouble en acide sulfurique et en alcool, du vrai alcool, identique à l'alcool de fermentation ; il suffit de bien régler l'opération, la température, la pression.

Il ne paraît pas douteux que les gaz des hauts-fourneaux, des fours à coke, des foyers où l'on brûle et distille la houille, ne deviennent à bref délai de grands producteurs de trois-six. Déjà on nous faisait espérer — ou craindre — une fabrication par synthèse de l'alcool au moyen de l'acétylène. Son cousin-germain l'éthylène arrivera peut-être bon premier dans cet enivrant concours.

Si les gaz des hauts-fourneaux se montrent, malgré la bonne volonté des ivrognes, trop abondants pour être utilisés uniquement à la préparation de l'alcool artificiel, il leur restera encore la ressource d'alimenter directement des moteurs à gaz et de produire, tant qu'on en voudra, de la force motrice ; la fonte de fer passera à l'état de déchet de fabrication.

M. Witz vient de faire des expériences suivies sur ce mode d'utilisation des gaz de hauts-fourneaux. Pendant vingt-quatre heures il a actionné ainsi un moteur à gaz du système spécial de MM. Delamarre-Deboutteville et Malandrin. Ce moteur a imperturbablement fourni sans aucun accident de fonctionnement, même minime, une force de deux cents chevaux, alimenté de la façon suivante : trois mètres cubes et demi de gaz de haut-fourneau, cent litres d'eau et dix-huit grammes d'huile de graissage par cheval et par heure. La ration est modeste et économique. On remarquera que ces chevaux de haut-four-

neau sont fort assoiffés ; c'est qu'il faut empêcher les moteurs de s'échauffer, et aussi, époussiérer les gaz qu'on leur envoie.

Le résultat acquis est que les dits hauts-fourneaux sont prêts à nous fournir au sortir de leur flamboyant *gueulard* des escadrons de chevaux de force et des fleuves d'alcool : ce n'est point un progrès banal en vérité.

Les chevaux de force, certes, nous les accepterons avec joie. Mais l'alcool ! Quel énorme problème cette révolution de chimie industrielle vient poser devant l'Humanité ! Car il n'y a pas à dire, il s'agit de savoir si l'humanité veut se laisser détruire par l'alcoolisme ou si c'est elle qui le détruira. Le dilemme est inévitable et il n'est que temps de songer aux mesures à prendre.

L'alcool versé à flots d'une façon en quelque sorte automatique, pour rien, par les transformations de l'éthylène des hauts-fourneaux ou de l'acétylène produit par le carbure de calcium, c'est le danger le plus effrayant dont ait jamais été menacée l'humanité.

CHAPITRE III

Les Salins.

La vinasse. — Sa composition. — Sels de betterave et sels de vinasse. — Traitements des vinasses. — Fabrication de la potasse. — Four Dubrunfant. — Four Porion. — Utilisation de tous les sels des vinasses. — Distillation en vases clos. — La triméthylamine. — Ce que sont devenus les sels de la betterave. — Savons durs et savons mous. — Le méthylène. — Les couleurs. — Chlorure de méthyle.

Avec le sucre, avec la pulpe, avec l'alcool produit du sucre des mélasses, avons-nous retiré tout ce que la nature a mis dans la racine de la betterave ? Il reste encore, nous disent les chimistes, des sels minéraux ; ils sont une gêne pour les fabricants de sucre, ces sels minéraux, corps mélassigènes qui empêchent la cristallisation de la saccharose ; mais l'industrie s'en est emparée, et avec elle rien ne se perd. De la betterave livrée par le cultivateur il ne reste plus que le résidu de la distillation des mélasses, c'est la vinasse qui contient presque exclusivement des sels mêlés d'une petite quantité de matières organiques presque toutes azotées ; l'analyse chimique nous montre, comme matières non azotées des vinasses, des sels dont le nom étrange est mélapectates et parapectates, acétates

et lactates, etc. ; comme matières azotées on note l'asparagine et la bétaïne, des dérivés de l'albumine végétale combinés aux bases potasse, soude et ammoniaque ; mais ce qui domine dans les vinasses ce sont les sels minéraux, sulfates, azotates, chlorures, etc.

La betterave contient environ 1 °/₀ de sels ; chaque tonne fournira donc 10 kilogr. de sels, mais il faut tenir compte des pertes du travail, et dans les vinasses on en retrouve de 7 kilogr. 5 à 8 kilogr. ; les procédés qu'on emploie, pour perfectionnés qu'ils soient, ne permettent pas d'extraire cette masse énorme ; cependant, malgré la réduction obligatoire dans l'extraction, le traitement des vinasses constitue une industrie qui se greffe ordinairement sur celle de la distillerie des mélasses.

Parmi les industriels qui travaillent les vinasses, les plus nombreux se contentent de fabriquer de la potasse, qui leur est achetée au degré de carbonate par les raffineurs de potasse et par les fabricants de savon. Longtemps cette industrie a employé le four de Dubrunfant. C'est un four à réverbère composé de deux parties : dans la première, la plus éloignée du foyer, s'accomplit l'évaporation ; un réservoir de tôle contenant les vinasses déverse sur la tôle de cette partie du four le produit à évaporer ; bientôt il a pris une consistance suffisante et l'ouvrier le pousse dans la seconde partie du four, qui

peut atteindre la chaleur rouge ; les cendres qui restent sont précisément les sels de potasse. Ce procédé de Dubrunfant est grossier, en ce qu'en laissant s'évaporer une grande quantité de sels qui auraient leur utilisation, il n'a pas le mérite de l'économie.

Le four Porion laisse perdre aussi bien des choses utiles, mais il arrive à réaliser ce tour de force économique de vaporiser 13 kilogr. d'eau par kilogr. de houille brûlée. Le principe du four Porion est d'utiliser les chaleurs perdues de l'incinération pour évaporer les vinasses. Il se compose de deux parties distinctes : la première est le *carneau d'évaporation*, elle comprend la moitié du four située du côté de la cheminée, c'est une vaste chambre munie de palettes dont le mouvement projette, à l'état de gouttelettes, dans la chambre une couche de vinasse de $0^m,20$ de hauteur, toujours entretenue dans le carneau d'évaporation. C'est en utilisant les gaz et la chaleur perdue des fours à incinérer que l'évaporation des gouttelettes de vinasse est assurée dans la chambre d'évaporation. La deuxième partie du four sert à l'incinération ; elle est précédée d'un foyer qui porte les sels extraits du carneau à la température voulue. Ce système économique a cependant un défaut grave, c'est qu'il se détruit rapidement ; il a été modifié heureusement par Mérotte, de Liège, qui fait traverser les eaux-mères de la chambre

d'évaporation par les gaz venant du foyer ; un ventilateur chasse ensuite ces gaz dans une cheminée par laquelle ils se perdent dans l'atmosphère, mais non sans avoir laissé au bas de la cheminée des produits de condensation d'une certaine valeur. De plus le four est moins rapidement corrodé que dans le système Porion.

En Allemagne, un inventeur a trouvé un moyen plus économique encore d'utiliser les vinasses ; après les avoir un peu épaissies, il y projette de la chaux vive, qui détermine l'évaporation de la quantité d'eau demeurée dans les vinasses ; bientôt la masse entière se sèche et peut être réduite en poudre ; cette méthode ne perd rien des sels contenus dans les résidus de distillation, mais ils ne sont plus utilisables que comme engrais.

On s'est appliqué à ne pas abandonner dans l'atmosphère une partie des sels et l'azote renfermés dans les vinasses ; si le procédé allemand dont nous venons de parler y réussit, il n'arrive pas à séparer ces sels les uns des autres ; un premier pas a été fait en Angleterre, en soumettant les vinasses épaissies à la distillation sèche dans des appareils fermés ; on retire ainsi du sel ammoniaque et de l'alcool méthylique ou alcool de bois.

Le procédé qui semble créer une série de produits divers utilisables extraits des vinasses, est la distillation en vases clos.

Il s'agit là de toute une étude scientifique ; les grands noms de la science moderne s'en sont occupés, et les membres de la commission de l'Académie des sciences chargée de donner son avis s'appelaient Boussingault, Chevreul, Dumas, Pasteur et Péligot. La distillation en vases clos donne des substances fort complexes, notamment de l'ammoniaque, de l'alcool méthylique, une série de bases pyridiques, des nitrites et des acides de la série grasse et des quantités considérables de triméthylamine.

Les usiniers qui emploient cette méthode récoltent pour 40 tonnes de salins, 1,500 kilogr. de sulfate d'ammoniaque condensés pendant la fabrication, et 1,800 kilogr. de sels de triméthylamine. Les gaz inflammables ont été dirigés sur le foyer et ont ainsi servi à l'alimenter.

Il faut donc chercher à tirer parti de cette énorme quantité de triméthylamine qui se présente sous forme de solution concentrée ; cette solution, soumise à une forte chaleur, se décompose en ammoniaque, chlorure de méthyle et triméthylamine ; un courant d'acide chlorhydrique transforme l'ammoniaque en sel ammoniac utilisable ; le chlorure de méthyle est recueilli et le chlorhydrate de triméthylamine rentre dans la fabrication ; on arrive par des opérations sucessives à tout transformer en sel ammoniac et en chlorure de méthyle.

Nous avons vu sous quelles formes variées la

betterave entrait dans notre alimentation : c'est le sucre en nature, ce sont les mille friandises qui se fabriquent avec du sucre, pastilles, bonbons et dragées, c'est le chocolat, aliment si utile ; c'est aussi l'alcool qui se boit et aussi celui qui ne se boit pas, l'alcool de parfumerie par exemple ; mais la betterave n'est pas appelée à jouer un rôle seulement à l'heure du repas : par les salins de betterave, elle étend son influence.

A la betterave on doit d'avoir un linge d'un blanc éclatant, quand la blanchisseuse a ajouté d'une main souvent trop lourde le carbonate dans la lessive. A la betterave encore la cuisinière est redevable de l'éclatante propreté de son domaine ; elle a prodigué le savon noir qui est un savon mou, un savon à la potasse qui vient encore des sels extraits des vinasses ; la betterave fait sortir ses bienfaits de la cuisine, car elle produit de la soude et les savons de toilette, savons durs, sont fabriqués avec des sels de soude ; je n'affirmerais pas que les fines odeurs et que les belles couleurs qui parent le pain de savon ne soient encore récélées dans la betterave ; combien d'odeurs ne produit-on pas avec des composés de méthylène, quelles couleurs n'obtient-on pas? Nous savons que la distillation en vases clos des sels de vinasses donne une quantité considérable de produits méthylés.

La toilette du linge, celle de la cuistne et celle du visage ont trouvé leurs éléments dans la betterave ; nous avons dit quelques mots des couleurs tirées du méthylène ; elles sont éclatantes : c'est le vert de méthyle, le violet de méthyle, le bleu de méthylène, etc., et de même que la betterave a mille qualités, de même ses produits ont plusieurs applications. Etes-vous un savant et les infiniment petits attirent-ils votre curiosité, vous ne sauriez mieux colorer vos préparations microscopiques qu'avec des couleurs de méthyle ; êtes-vous médecin, et vous aurez l'occasion de donner à vos malades du violet de méthyle pour certains pansements, ou bien vous leur ferez ingérer du bleu de méthylène dans des cas déterminés ; mais vous vous servirez bien davantage du chlorure de méthyle.

Ce corps est, avec le sel ammoniac, la dernière transformation industrielle des salins de betterave, il se dégage de la distillation sous forme de gaz, on le lave en le faisant barbotter dans l'eau, et il est recueilli dans un gazomètre analogue à ceux où l'on recueille le gaz d'éclairage ; on le comprime, et par la compresssion on le liquéfie ; il apparaît alors sous la forme d'un liquide incolore, ayant une odeur rappelant celle de l'ail et qui bout à la température de 23 degrés. On emmagasine ce liquide dans de forts récipients de cuivre, et si on le projette

ensuite sur une surface tiède, il s'évapore presque instantanément en déterminant un refroidissement très intense, qui peut aller, dans certaines conditions, à 80 degrés au-dessous de zéro. On utilise cette propriété réfrigérante dans certaines maladies.

Voilà qui ramène aux pharmacies sinon le sucre, qui a depuis longtemps fait une incursion dans le domaine de l'épicerie, au moins la betterave.

Le second terme de la dernière transformation des salins est le sel ammoniac ; chimiquement, c'est le chlorhydrate d'ammoniaque. Il sert pour garnir les piles qui font fonctionner les sonnettes électriques ; on emploie ordinairement pour cet usage la pile Leclanché, formée de charbons agglomérés et de zinc plongés dans l'eau contenant du sel ammoniac en dissolution ; ce sont encore les piles Leclanché, donc le sel ammoniac, qui sert pour la production de l'électricité nécessaire à l'emploi du télégraphe. Ainsi dans la betterave se trouve un aide utile au plus rapide moyen qu'on ait encore trouvé de transmettre la pensée humaine.

Nous en avons fini avec les produits de la betterave ; n'est-il pas beau de voir ce que le génie de l'homme a su tirer d'une humble plante des champs ? N'est-il pas admirable de se rendre compte de tout ce que Dieu a placé dans quelques feuilles et dans quelques racines : c'est d'abord

un aliment de premier ordre, le sucre ; c'est l'alcool dérivé du sucre, produit utile entre tous pour la préparation de mille produits d'usage journalier, des produits pharmaceutiques notamment, utile par lui-même quand on n'en fait pas d'abus ; ce sont ensuite les engrais rendus à la terre, qui permettront au laboureur de lui renouveler sa fertilité et de lui permettre de porter de nouvelles récoltes de ces herbes qui sont la vie des hommes ; ce sont ces autres sels qui servent à la fabrication d'un produit indispensable, le savon ; c'est le chlorure de méthyle qui, savamment appliqué dans la médecine, nous guérira des terribles douleurs de la sciatique et des névralgies ; ce sont enfin de brillantes couleurs dont on imprégnera les tissus qui servent à confectionner les plus élégants vêtements ; voilà ce que représente cette petite plante dont le feuillage, sans éclat, ne dépasse pas notre cheville ; dont la racine, terne et grossière, ne paraît rien contenir qu'une nourriture bonne pour le bétail. Cependant, là ne s'arrêtent pas les produits de la betterave ; car, en toute justice, ne faut-il pas lui rapporter le mérite de tout ce qui se fait d'utile avec le sucre ; il a des applications multiples qui doivent être toutes connues, au moins pratiquement, de nos lecteurs, qui nous permettront cependant de les passer en revue.

QUATRIÈME PARTIE

Le Pain de Sucre

CHAPITRE PREMIER

La Raffinerie.

Le raffinage en fabrique. — La grande raffinerie. — Les opérations de raffinerie. — La mise en formes. — La fabrication du pain de sucre.

Toutes les opérations de la sucrerie n'ont pas encore pu nous fournir le sucre qui paraît sur nos tables : le sucre de premier jet n'est encore qu'une poudre en grains cristallins, brillants et légèrement jaunâtres ; les sucres de second jet sont plus foncés et l'aspect des sucres de troisième jet est encore moins attirant.

Pour obtenir le pain de sucre, le morceau de sucre, il faut que des opérations nouvelles soient faites ; elles ne font guère que copier celles de la sucrerie, et constituent le raffinage. On peut se demander pourquoi les fabricants de sucre ne terminent pas eux-mêmes leur travail et laissent

à d'autres les soins d'une dernière façon plus rémunératrice que les autres. On a tenté le raffinage en fabrique qui s'est encore peu développé ; sans doute il est nécessaire que les raffineries soient placées à la portée des grandes villes, centres de consommation ; sans doute il n'y a guère de sucreries qui pourraient fabriquer assez de sucre dans une campagne pour éviter le chômage de l'usine tout le reste de l'année en s'occupant seulement de raffiner leur sucre ; il leur faudrait se procurer ailleurs du sucre brut ; mais ce ne sont là que des objections sans grande valeur ; il est probable que la lutte sourde de ces deux grandes industries, sucrerie et raffinerie, est en cause : les raffineurs sont gens fort riches et puissants ; ils voient d'un mauvais œil toute tentative qui permettrait de se passer de leur concours et par tous les moyens en leur pouvoir cherchent à l'étouffer dans l'œuf. Que peut faire dans la lutte commerciale un fabricant de sucre disposant d'un capital médiocre en face des millions sur lesquels s'appuient les raffineurs ? Cependant les procédés de raffinage en fabrique ne manquent pas ; c'est, à Briez en Silésie, le procédé Reischauer par le turbinage et le clairçage combinés ; c'est, en France, le procédé Mérijot, également par le turbinage et le clairçage, ou le procédé Rançon, plus nouveau, par le bioxyde de baryum, que l'on peut régénérer à chaque opération. Ces méthodes de raffinage en

fabrique sont simples et ne rappellent que de loin les procédés des raffineurs; probablement diffèrent-ils plus encore des moyens employés autrefois par les Arabes, qui semblent bien avoir été les premiers à raffiner le sucre. Moïse, de Chorène, parle des belles fabriques de sucre de la province de Cherasan, en Perse. En Europe, les Vénitiens furent les premiers raffineurs de sucre, et la ville de Venise récompensa de 100,000 couronnes celui qui trouva l'art de mettre le sucre en forme de cônes nommés pains de Venise. De nos jours encore cette forme s'est conservée. Aux XVIe et XVIIe siècles des raffineries s'installèrent en Allemagne et en Hollande; l'Angleterre en fonda qui se multiplièrent depuis si rapidement qu'en 1887 elle en possédait 4,484. En France, le nombre des raffineries n'est pas considérable, mais ces établissements ont une grande importance et produisent d'énormes quantités de raffinés.

Les méthodes employées par les raffineries diffèrent un peu, et chacune d'elles prétend avoir inventé des perfectionnements qui lui permettent de prétendre seule à la fabrication des sucres très blancs; aussi, jalouses de leurs procédés, interdisent-elles aux profanes avec la plus grande rigueur l'entrée des usines. Les craintes que font paraître à ce sujet les raffineurs sont sans objet, car il ne s'agit le plus souvent que d'un tour de main un peu spécial qui est loin d'être d'une

grande importance pour le succès de l'opération ; cette façon d'être reconnaît plutôt pour cause le désir de faire entrer dans l'opinion qu'on ne peut raffiner du sucre sans être possesseur de ces fameux secrets. Ainsi essaye-t-on de limiter la concurrence.

D'une façon générale, neuf opérations permettent de mener à bien le raffinage du sucre brut :

1° Dépotage et dégraissage des emballages ;

2° Fonte du sucre ;

3° Clarification et décoloration ;

4° Cuite à cristallisation ;

5° Réchauffage de la cuite ;

6° Mise en formes du sucre cristallisé et opalage ;

7° Egouttage et clairçage ;

8° Plamotage et lochage ;

9° Etuvage et habillage.

Dans une grande pièce largement aérée sont réunis les sacs, les tonneaux et les caisses de sucre ; un dallage en pente favorise l'écoulement de liquide qui peut se produire et, après quelques jours de repos, les récipients sont vidés dans une pièce dallée nommée *bac à sucre.* Dans une aire de maçonnerie doublée d'une feuille de cuivre relevée en forme de gouttière, on lave les sacs, on gratte les caisses et les barriques, et on les soumet à l'action de la vapeur qui dissout le sucre qui peut être resté. Toutes les eaux de

lavages sont réunies pour être envoyées à la fonte.

La *fonte* n'est que la dissolution du sucre brut dans la proportion de 750 à 800 kilogr. pour 1,000 litres d'eau. Cette opération se fait dans d'énormes chaudières de cuivre de la même forme que celles qui servent dans les sucreries à la défécation des jus. Cette opération nécessite quelques précautions préliminaires : tandis que les sucres de premier jet et de deuxième jet peuvent être mis directement à la fonte, les sucres roux plus teintés ne sont envoyés à la chaudière qu'après avoir subi un mélange avec un sirop plus pur et un clairçage destiné à les débarrasser des impuretés les plus grossières.

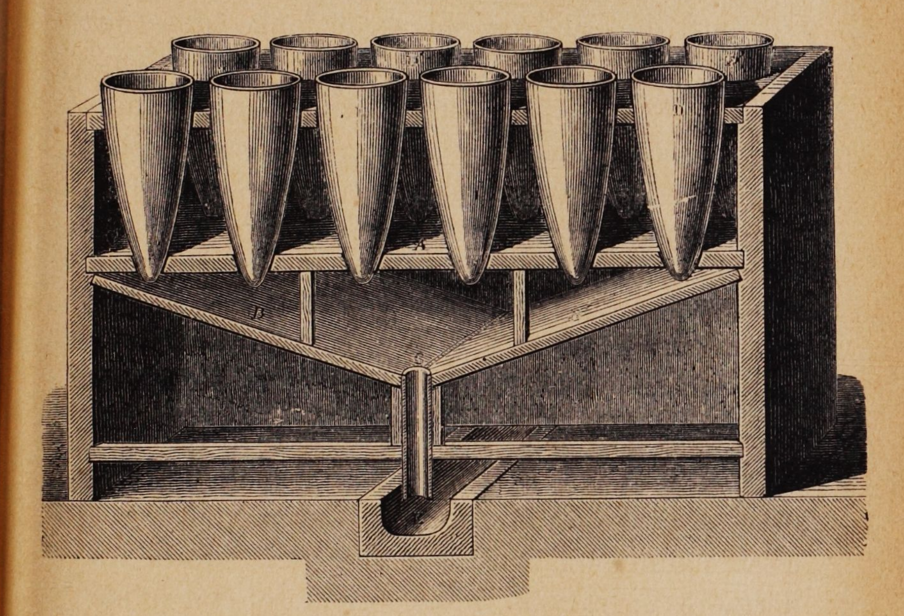
La *clarification* et la *décoloration* sont les véritables opérations de raffinage, le sirop produit par la fonte marque après un chauffage progressif 30° à 32° Baumé à 40° centigrades ; il est toujours plus ou moins louche et coloré ; on le clarifie en ajoutant dans la chaudière 3 à 5 °/₀ de noir en poudre et en même temps un à deux litres de sang pour un hectolitre de sirop ; après un énergique mélange, le noir s'unit aux impuretés, l'albumine du sang se coagule par la chaleur et entoure d'un vaste réseau toutes les matières étrangères à la clairce ; ce mélange de noir, d'albumine et d'impuretés vient bientôt former les écumes de la surface ; quand elles ont acquis un certain degré de cohésion, on arrête l'ébullition

et on emploie les filtres Taylor. Déjà le sirop qui passe sur ces filtres Taylor est plus pur et plus décoloré ; on le désigne sous le nom de *clairce ;* mais il est mélangé d'écumes et c'est pour l'en séparer qu'on se sert des filtres. Un filtre Taylor est constitué par une rangée de longs tubes de toile de coton dont l'ouverture fortement assujettie au fond d'un bassin est maintenue béante par des bagues de métal ; les écumes restent sur le filtre et la clairce débarrassée d'elles n'a plus besoin que de passer sur les filtres à noir en grains. Il est inutile de rappeler la constitution de ces filtres, la même dans les raffineries que dans les sucreries ; la seule différence est dans la grande taille des filtres employés par les raffineurs : ils atteignent 10 et 12 mètres de hauteur.

Dès lors le sucre est raffiné autant qu'il peut l'être sous la forme de sirop ou de clairce, et c'est maintenant à l'état solide qu'il subira les dernières opérations. Pour obtenir cet état solide on procède à la *cuite à cristallisation* qui se fait dans l'air raréfié comme dans les sucreries ; l'ébullition se produit au-dessous de 70° pour ne pas altérer la clairce. De la chaudière de cuite à cristallisation le liquide passe dans le réchauffoir où le grain se forme d'une façon homogène.

La masse cristalline est *mise en formes.* Nous savons que l'on n'a point modifié l'aspect des pains de Venise ; un *puisoir* ou *percheux,* espèce de cuiller, sert à remplir les *becs de corbin,* bassines

dont l'ouvrier se sert pour verser dans les *formes* placées dans une salle qui est connue sous le nom d'*empli;* la chaleur qui se dégage de la masse cristalline maintient dans l'empli une température de 25° centigrades; c'est dans l'empli que se



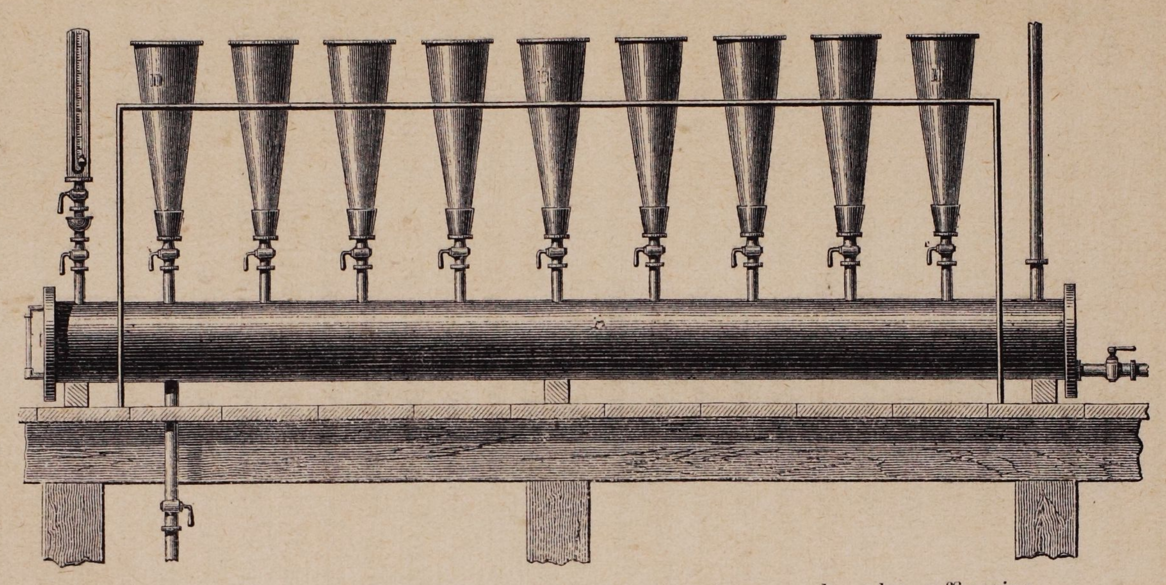
Formes à sucre posées sur le *plancher lits-de-pain.*

pratique l'*opalage;* il consiste à remuer les cristaux à l'aide d'un couteau de bois afin d'empêcher qu'ils s'attachent à la forme. Six ou douze heures de séjour dans l'empli suffisent pour prendre le sucre en masse; on le porte alors dans les greniers où la température maintenue à 30° le sèche rapidement; deux ou trois clairçages chassent les dernières parties de *sirop vert;* cette opération se

fait rapidement à l'aide des sucettes qui sont des appareils à vide que l'on ajuste à chaque forme pour forcer l'égouttage du sirop demeuré dans le pain de sucre; le *plamotage* nettoie la base du pain; le *lochage* le détache de la forme; l'*étuvage* le sèche complètement en six ou dix jours, et enfin l'*habillage* le recouvre d'un papier de couleur : le sucre est enfin livré à la consommation.

La forme en cônes des pains de sucre, très ancienne et connue sous le nom de pain de Venise, tout en étant encore très répandue, l'est moins actuellement qu'autrefois; on voit moins à l'étalage des épiciers ces rangées de pains de sucre élevant leur tête blanche au-dessus de leur collerette bleue ; on achète plus souvent le sucre en petits morceaux rectangulaires rangés dans une boîte de carton avec la régularité de dominos. Pour préparer ces morceaux de sucre les raffineries fondent du sucre en forme de cubes et débitent ces cubes en rectangles : une scie circulaire très fine est animée d'un mouvement de rotation extrêmement rapide et en un clin d'œil les cubes sont débités en tranches, les tranches refendues elles-mêmes se transforment en morceaux. On en fait de toutes épaisseurs et de toutes largeurs.

Voilà, penserait-on, un bénéfice sérieux : le dosage du sucre dans les entremets ou dans le café devient facile ; le sucre a un aspect plus présentable et, de plus, la sciure de sucre qui pro-



Sucette pour produire l'*égouttage forcé* des pains de sucre dans les raffineries.

vient de l'opération va faire d'excellent sucre en poudre : cependant, malgré tous ces avantages, bien des maîtresses de maison préfèrent encore les vieux pains de sucre et les cassent elles-mêmes à l'aide d'un fort couteau et d'un marteau ; elles prétendent que le sucre scié sucre moins : les maîtresses de maison n'ont pas tort et en effet le sucre scié sucre moins que le sucre cassé ; sous l'influence de la chaleur et de l'électricité développées par le passage de la lame de scie, une partie de la saccharose se décompose en glucose dont le pouvoir sucrant est inférieur ; il y a d'ailleurs longtemps que l'on avait remarqué la différence en faveur du sucre cassé ; Napoléon, qui aimait à se rendre compte des choses, dit un jour au chimiste Chaptal : « Monsieur, comment se fait-il qu'un verre d'eau dans lequel je fais fondre un morceau de sucre me paraisse beaucoup meilleur que celui dans lequel je mets pareille quantité de sucre pilé ? » A cette époque on ignorait la raison que nous venons de donner plus haut, la rétrogradation de la saccharose en glucose sous l'influence de la chaleur et de l'électricité ; néanmoins Chaptal dont la répartie était facile et la science développée improvisa cette théorie qui se rapproche de bien près de la vérité, il répondit : « Sire, il existe trois substances dont les principes sont exactement les mêmes, savoir : le sucre, la gomme et l'amidon. Ces substances ne diffèrent que par cer-

taines conditions dont la nature s'est réservé le secret, et je crois que dans la collision qu'exerce le pilon, quelques parties sucrées passent à l'état de gomme ou d'amidon et causent la différence qui a lieu dans ce cas. »

Ce n'est donc pas seulement le sucre scié qui perd de ses propriétés, mais aussi la poudre provenant du sciage dont le pouvoir sucrant est diminué.

CHAPITRE II

Les Usages.

Les formes du sucre. — Sucre candi. — Sucre d'orge et de pommes. — Pastilles et bonbons. — Les dragées. — Les confitures. — La confiture chimique. — Les sirops et les liqueurs.

A quoi sert le sucre ? voilà certes une question à laquelle nos lecteurs se croient tous en mesure de répondre. Ils connaissent en effet les usages de cet aliment, mais il est peu probable qu'ils ont longtemps réfléchi à ses multiples usages. A quoi sert le sucre ? C'est avant tout un aliment et un aliment de première nécessité. Sans doute on peut s'en passer ; avant sa découverte l'humanité vivait, mais aussi les hommes absorbaient du sucre avant de l'avoir découvert. Ce qui n'est pas indispensable, c'est le sucre tel que nous le connaissons ; mais les hydrocarbonés qui ont sensiblement la même composition que le sucre sont absolument nécessaires : trois sortes d'aliments servent à entretenir le *statu quo* de notre organisme ; ce sont les aliments qui contiennent de l'azote ou aliments albuminoïdes ; les graisses et les aliments hydrocarbonés, c'est-

à-dire le sucre, l'amidon, etc. Pourvu que nous fournissions à notre corps ces trois sortes d'aliments et quelques sels minéraux en plus, nous pouvons maintenir notre équilibre et la forme sous laquelle ils se présentent importe peu ; que nous mangions des végétaux ou que nous mangions la chair des animaux, nous arrivons à fournir cette triade indispensable à la nutrition. Peut-être nos lecteurs ont-ils peine à croire que la viande contient du sucre et les légumes du fromage ; rien n'est plus vrai cependant ; du sucre, on en trouve dans le foie des animaux, dans les muscles, dans le sang, dans le cerveau, etc. ; le lait contient, nous le savons déjà, de la lactose et souvent en grande quantité : nous savons qu'il n'y a point d'alcool sans sucre et cependant certaines peuplades sauvages fabriquent de l'alcool avec le lait fermenté de leurs juments. Les aliments azotés sont fort répandus dans le règne végétal, la légumine est azotée, le gluten est azoté, etc., et en disant que le fromage peut se tirer du règne végétal, nous ne faisions que nous rappeler que les Chinois fabriquent un fromage spécial avec la légumine extraite de certains pois ; ainsi il existe un fromage de pois, comme du fromage de chèvre ou de vache. Tous les aliments concourent au même but : fournir à la reconstitution des cellules de l'organisme, fournir de la chaleur et de la force, ce qui est la même chose, car nous savons que la force se

transforme en chaleur et que la chaleur se transforme en force. Un des aliments les plus calorifiques et par conséquent les plus fortifiants est le sucre; on a fait des expériences, surtout pour comparer l'action de l'alcool et celle du sucre; on croit généralement qu'un peu d'alcool fortifie et excite la vigueur; il n'en est rien, il est parfaitement démontré qu'un homme qui vient de prendre de l'alcool est plus faible que s'il n'a rien pris, donc l'alcool affaiblit, c'est une vérité que l'on ne peut se lasser de répéter. Mais si au contraire on a fait prendre à ce même individu une certaine quantité de sucre, il deviendra plus fort et plus résistant ; le sucre fortifie. C'est d'après des expériences semblables conduites scientifiquement que dans l'armée allemande, depuis peu de temps, quand on veut exiger un effort des soldats, on leur donne du sucre; déjà la chose était prouvée pour les animaux : rappelons les bœufs nourris au sucre; l'homme le plus fort du monde est un Américain Eugène Sandow ; il est très fier de son titre et cultive sa force par tous les moyens possibles, afin d'arriver à la conserver; nous n'avons pas besoin d'énumérer le menu formidable de chacun de ses repas, il nous suffira de savoir qu'il lui faut chaque fois du sucre. Il ne faudrait pas conclure cependant de cela qu'en se bourrant de sucre toute la journée, mes lecteurs deviendront forts comme Samson ; non, si utile qu'il soit, le sucre ne saurait suffire

seul et une alimentation variée est nécessaire. Dans l'organisme l'amidon, le glucose, etc., peuvent remplacer le sucre ; il n'y a guère dans l'alimentation que les sels minéraux qui doivent être absorbés sans pouvoir être remplacés par quoi que ce soit, et, comme les sels minéraux dont nous avons besoin sont contenus dans les aliments végétaux ou animaux que nous absorbons, il n'y a que le sel ordinaire, le chlorure de sodium dont on ne peut se passer en nature ; c'est si vrai, que les ordres monastiques qui se soumettent aux plus dures privations ont essayé en vain, au moyen-âge, de se passer de sel ; ils ont été obligés de chercher une autre mortification.

Indépendamment des usages domestiques que tout le monde lui connait, le sucre en a d'autres qui sont le point de départ de toute une série d'industries. Nous savons que le sucre tel qu'il est servi sur nos tables n'est pas celui qui sort de la fabrique, il a passé par les mains du raffineur qui nous le livre en pains opaques d'un blanc éclatant ; le sucre peut affecter d'autres formes : celles de sucre candi, de sucre d'orge, de pommes, de sucre retors.

Le sucre candi est beaucoup plus dur que le sucre ordinaire, il est aussi plus compact et fond dans l'eau avec moins de rapidité. Dans certains pays du Nord on l'emploie de préférence au sucre blanc pour sucrer le café ou le thé.

Lorsque le sucre était un produit abordable seulement pour les porteurs de bourses richement garnies, on utilisait dans ces pays la propriété que possède le sucre candi de fondre difficilement : un morceau de sucre candi était attaché par une ficelle au plafond de la salle à manger et pour enlever l'amertume du café chaque convive levait sa tasse à la hauteur du morceau qu'il laissait quelques secondes dans le liquide qu'elle contenait ; ainsi l'économie était portée à son maximum. Une telle tempérance ne ferait pas le bonheur des enfants pour lesquels le sucre candi est une friandise recherchée. Sa préparation demande quelques soins ; il faut tout d'abord préparer un sirop très pur et dans la bassine qui contient ce sirop on tend des fils horizontaux et on laisse cristalliser lentement ; le long des fils les cristaux se forment et augmentent de grosseur pour former ces chapelets de cristaux transparents qui semblent empruntés à des spécimens géologiques.

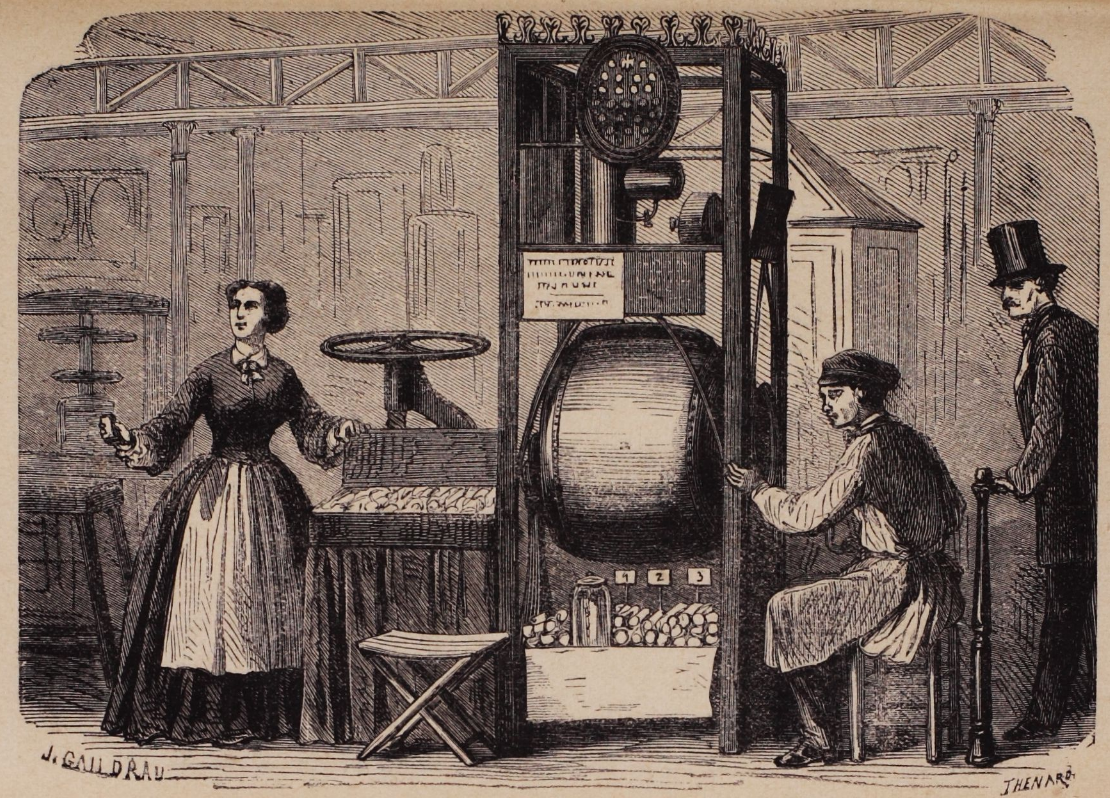
Le sucre d'orge et le sucre de pommes n'ont pas l'aspect aussi scientifique et cependant je présume que la chimie n'est pas étrangère aux rouges éclatants, aux verts limpides ou aux jaunes d'or dont on les colore ; il n'entre dans leur fabrication, hâtons-nous de le dire, ni orge ni pommes : autrefois au temps où la cuisine n'était pas la chimie, on mélangeait en effet une décoction d'orge à du sucre blanc fondu par la

chaleur et roulé en bâtons sur une plaque de marbre huilé ; moins la décoction c'est ainsi toujours que se fait le sucre d'orge ; on y ajoute un peu de vinaigre, afin d'empêcher le produit de perdre sa belle transparence et de se recouvrir trop vite d'une couche opaque et friable.

Dans le bocal qui contient les sucres d'orge multicolores, la transparence de leurs morceaux est heureusement mariée à des torsades opaques et légères dont les couleurs sont aussi éclatantes que variées ; les confiseurs nomment cette variété le sucre retors ; avec la même préparation qui sert à faire le sucre d'orge, l'ouvrier le fabrique en écartant vivement entre ses mains une partie de ce sucre encore mou, il le replie ensuite sur lui-même et le roule en torsades.

Les bonbons et les pastilles ne sont encore que du sucre contenant certains aromates ou certains médicaments ; les boules de gomme sont aussi du sucre dans lequel doit être mélangée de la gomme ; comme ce produit est assez cher, on lui substitue souvent une certaine quantité de glucose.

Les dragées sont formées d'une amande enrobée dans du sucre ; on les roulait à la main autrefois ; actuellement on possède des machines qui les fabriquent en grande quantité, mais ces dragées n'ont pas la finesse des dragées roulées à la main et celles-ci sont recherchées de préférence dans les confiseries fines.



Fabrication des dragées.

Même lorsqu'ils sont fabriqués loyalement, les bonbons et les gâteaux n'en recèlent pas moins parfois un véritable poison ; ce poison né du sucre inoffensif n'en est pas moins redoutable : c'est l'alcool ; il agit avec d'autant plus d'intensité que l'on s'en méfie moins ; on croit ne prendre qu'une sucrerie et l'on prend un petit verre. En France nous ne voyons guère de bonbons alcoolisés ; parmi les boîtes de baptême quelques-unes contiennent un petit nombre de dragées à liqueur ; enrobées sous une couche de sucre, quelques gouttes d'anisette ou d'une autre liqueur parfumée font la joie des enfants qui recherchent avec soin ces bonbons dans la boîte qui leur est offerte. Mais en Angteterre on fabrique du sucre à l'alcool. Dans le sucre candi on arrive à incorporer une quantité notable d'alcool et non seulement on prend ce sucre en nature, mais encore on fait de délicieux gâteaux au wiskey très appréciés dans les five oc'lok de Londres. Sans vouloir dire de mal de nos voisins, nous pouvons constater que cette fabrication des gâteaux alcoolisés est chez eux très prospère et peut-être en pouvons-nous voir la cause en ce qu'elle flatte deux des défauts de leur race : le penchant immodéré pour l'alcool et l'hypocrisie ; qui pourrait songer à traiter d'alcoolique une dame qui mange quelques gâteaux ? Cependant avec l'âge la gourmandise augmente, le nez rougit et bourgeonne, en même temps que de plus

en plus digne la mangeuse de gâteaux garde une raideur que la volonté seule empêche de se transformer en vacillement.

Quand vient le temps des fruits, chacun prépare ses chaudrons pour faire la provision de confitures qui sera le dessert de la mauvaise saison : le sucre afflue à la maison, car aucune préparation industrielle ne vaut la confiture fabriquée dans les ménages ; ce n'est pas l'appât du bon marché qui fait ainsi rechercher ces savoureux produits ; le commerce vend des confitures moins chères que celles que l'on fabrique soi-même et les confitureries sont souvent d'énormes établissements industriels, surtout en Angleterre ; ce sont les confitures anglaises qui sont vendues chez nous au prix le plus bas ; le sucre est expédié de nos raffineries en Angleterre et, comme tel, il ne paye point les droits énormes auxquels est assujettie notre consommation sucrière ; dégrevé de ces droits il passe la frontière anglaise et revient, sans presque payer la douane, faire concurrence aux produits français qui ont acquitté la totalité des impôts. Une autre cause encore permet de livrer des confitures à un prix très bas : c'est quand elles ne contiennent point de fruits ; ainsi il existe des confitures d'abricots sans abricots, des confitures de pêches sans pêches et des confitures de tous fruits sans aucun fruit. Il est dit que nous ne pourrons jamais abandonner la chimie en parlant du sucre ;

nous sommes encore obligé d'y recourir en parlant des confitures. Un falsificateur bien au courant de son métier ne saurait faire une gelée de fruits autrement qu'en mélangeant savamment du glucose et de l'acide tartrique avec de la gélose et de l'eau ; il ajoutera un peu d'agar-agar, sur quoi les meilleurs microbes sont cultivés et la gelée sera terminée quand on aura ajouté un peu de couleur de houille jaune ou rouge, suivant qu'on veut l'étiqueter groseilles ou coings. Reste à la parfumer, à lui donner le goût du fruit ; rien n'est plus facile, le butyrate d'éthyle est une excellente essence d'ananas, le sébate d'éthyle une essence de melon exquise et rien n'imite le parfum du coing comme le pélargonate d'éthyle : on a d'ailleurs des recettes, j'en donne quelques-unes à tout hasard, mais je doute que les cuisinières veuillent s'en servir.

Essence de Fraises :

Ether nitrique . . .	1	cent. cube.
Acétate d'éthyle . . .	5	—
Formiate d'éthyle . .	1	—
Butyrate d'éthyle . .	5	—
Salicylate de méthyle.	1	—
Acétate d'amyle . . .	3	—
Butyrate d'amyle . .	2	—
Glycérine	3	—
Alcool	100	—

Essence de Poires :

Acétate d'éthyle . .	5	cent. cubes.
Acétate d'amyle . .	10	—
Glycérine	10	—
Alcool	100	—

Essences de Pêches ;

Aldehyde ordinaire. .	2	cent. cubes.
Acétate d'éthyle. . .	5	—
Formiate d'éthyle . .	5	—
Butyrate d'éthyle . .	5	—
Valérianate d'étyle . .	5	—
Œnanthylate d'éthyle.	5	—
Sébate d'éthyle . . .	1	—
Salicylate de méthyle.	2	—
Glycérine	5	—
Alcool	100	—

On pourrait se demander en voyant différents médicaments préconisés contre le rhumatisme réunis pour imiter le parfum des fruits s'il ne s'agit pas d'un remède. Il est fort probable que de pareils produits soit plus nuisibles qu'utiles. Tous les fabricants de confitures ne sont pas fort heureusement d'aussi distingués chimistes, il en est de plus honnêtes qui croient encore que la gelée de groseilles doit être faite avec des groseilles ; les pâtissiers emploient souvent aussi du glucose et des essences artificielles, mais ceux

qui ne sont pas bons chimistes non plus fabriquent des sucres de fruits avec des fruits ; nous savons que presque tous les fruits ne contiennent guère que du glucose et c'est à lui que devrait s'adapter la dénomination de sucre de fruits, tandis qu'on appelle ainsi le sucre de table aromatisé avec le jus des fruits.

Ce sont les gelées qui sont principalement ainsi falsifiées, mais des confitures d'abricots se font de toutes pièces en taillant de superbes fruits dans un potiron, de même les confitures de pêches, etc. : cependant tous les fruits ne peuvent pas s'imiter ; une confiture très élégante et très renommée, la confiture de Bar-le-Duc, est une gelée de groseilles contenant en suspension des groseilles entières débarrassées de leurs pépins ; c'est dans le pays toute une industrie, mais une industrie loyalement exploitée, que la fabrication de ces confitures.

Malgré la concurrence des confitureries d'outre-Manche, il existe dans notre pays des fabriques de confitures prospères et dont les produits sont fort appréciés. Si nous avons parlé tout à l'heure des confitures sans fruits, nous devons en toute justice faire aussi connaître les confitures qui ne doivent rien à la chimie. La provision que la ménagère fait pour l'hiver l'occupe pendant toute la journée ; nous savons avec quel soin dans la famille se fait l'épluchage des groseilles ; on passe ensuite les fruits au tamis et

la pulpe est confiée aux bras les plus vigoureux qui l'expriment à travers une toile solide : quand il s'agit de fournir aux besoins d'une industrie, ces moyens primitifs ne sauraient suffire. Le fabricant achète à leur arrivée aux halles de Paris les charrettes de groseilles venues de la campagne ; il range autour du tas qu'il vient d'acquérir toute une armée de travailleuses ; il est merveilleux de voir avec quelle rapidité acquise par l'habitude, les femmes s'acquittent de leur tâche, l'épluchage des fruits : l'instrument dont elles se servent n'a rien de compliqué, c'est une simple fourchette, et, guidées par leurs doigts agiles, les grappes passent avec rapidité entre les dents de l'instrument laissant leurs baies rouges dans une mare de sang... de groseilles. Bientôt l'épluchage est terminé. A mesure qu'il s'avance, des ouvriers soumettent à une presse puissante les fruits ainsi égrénés qui rendent tout leur jus ; cuit et sucré dans d'immenses chaudières, il sera bientôt transformé en une gelée tremblante dont l'aspect et le goût ne laisseront rien à désirer.

A peu près à la même époque, on fabrique les confitures de cerises : dans la fabrication des confitures de groseilles on jette la pulpe pressée, on jette aussi les petites branches qui portent les fruits ; dans celle des confitures de cerises, rien ne se perd : l'épluchage à la main a vite fait de séparer la queue du fruit ; les queues de

cerises sont vendues aux droguistes qui les livrent eux-mêmes aux pharmaciens ; on en fait une tisane fréquemment employée, si fréquemment même que l'énorme quantité produite par cette fabrication des confitures ne suffit pas à la consommation ; les droguistes s'adressent aussi pour s'en procurer aux confiseurs et aux pâtissiers qui emploient des cerises dans leurs gâteaux et, malgré cet appoint, il leur en faut encore ; ils s'adressent alors, ne soyons pas trop difficiles ! aux restaurants. Lorsque nous mangeons des cerises au restaurant, ces queues laissées dédaigneusement dans nos assiettes, souvent avec d'autres débris, sont précieusement recueillies par le garçon qui s'en débarrasse chez le droguiste.

Les éplucheuses ont donc fait un tas de ces précieuses queues de cerises ; les fruits sont ensuite jetés dans une machine spéciale qui est surmontée d'un entonnoir ; chaque fruit se trouve à son tour dirigé vers le fond et là un piston manœuvré avec rapidité en fait sauter le noyau : après cette expulsion mécanique, il ne reste plus que la pulpe seule utile au fabricant de confitures ; mais, de même que les queues sont utilisées, les noyaux ont leur destination : ils sont écrasés et soumis à la distillation pour faire du kirsch.

On voit que même dans la préparation des fruits pour les confitures la machine a son rôle ;

la presse pour les groseilles, le piston pour expulser le noyau des cerises ne constituent pas tout l'outillage : à une autre saison, on utilise les pommes et les poires et c'est encore une machine d'une admirable précision qui leur enlève leur fine pelure et prépare ainsi ces fruits pour la cuisson.

Les énormes quantités de fruits produites par le Midi resteraient souvent sans emploi si on ne s'en servait à fabriquer des fruits confits. C'est en pleine saison chaude, au moment de la récolte, sous le ciel torride du midi, que sont installés les foyers ardents où fondent les sirops, où cuisent les fruits qui seront les cadeaux de la saison froide, givrés de fins cristaux de sucre, ayant gardé leur forme et leur couleur.

Ecrire le chapitre des usages du sucre n'est-ce pas passer en revue toutes les méthodes destinées à flatter la gourmandise ? Il nous suffira de rappeler le rôle que cet aliment joue dans la pâtisserie, il n'y a pour ainsi dire point de gâteau sans sucre.

Après le manger, le boire ; les sirops que nous mélangeons à l'eau pour nous rafraîchir durant les chaleurs de l'été sont une solution de sucre dans l'eau aromatisée avec des jus de fruits ou encore avec les produits chimiques complexes que nous avons signalés plus haut. Souvent ce n'est même qu'une solution de glucose ; bien des liqueurs ne sont qu'une solution de sucre

aromatisée mélangée à l'alcool produit aussi par le sucre ; il en est comme le kummel qui sont sursaturées et qui laissent déposer des cristaux sur les parois du récipient qui les contiennent. Ces cristaux ressemblent à ceux du sucre candi parce qu'ils sont produits de la même façon : une solution de sucre très pure refroidie lentement.

Mais de toutes les industries qui emploient le sucre, celle qui l'utilise en plus grande quantité est la fabrication du chocolat. C'est une industrie toute française en ce sens que c'est en France que les perfectionnements les plus importants ont été apportés à la fabrication et que c'est dans notre pays que sont mis en vente les produits les meilleurs.

Ce chocolat dont nous faisons si grand usage est d'origine mexicaine. Lorsque Fernand Cortez fit la conquête du Mexique, il était la principale nourriture des Aztèques, mais ne revêtait alors ni la forme ni le goût que nous lui connaissons ; il contenait du piment, du *chile* ou farine de maïs, avec du miel ou de la sève sucrée du maguey (agave mexicaine), puis du *rocou* qui est un suc tinctorial de couleur fauve ; les chefs, les guerriers et les principaux seigneurs en faisaient une grande consommation, car devançant notre opinion scientifique actuelle, ils pensaient avec juste raison que cet aliment était très nourrissant et donnait au consommateur force et vigueur. Les premiers Mexicains ne nous ont pas légué

seulement la chose mais encore le nom, car le mot chocolat vient de la langue ancienne des Aztèques *choco* (son, bruit) et *atle* (eau), parce qu'on le malaxait énergiquement dans l'eau bouillante pour le faire mousser.

C'est en passant par l'Espagne que le chocolat se répandit dans les autres pays d'Europe. D'après Chevallier, l'importation de la fabrication du chocolat en France remonte à 1660, époque du mariage de Louis XIV avec l'infante Marie-Thérèse d'Autriche. Le nommé Chaillou David, attaché à la maison de la reine, eut seul, par ordonnance royale du 5 février 1666, en renouvelant une antérieure de 1659, le privilège pour vingt-neuf années, de vendre du chocolat.

Quelques auteurs disent que c'est en 1520 que le chocolat fut apporté pour la première fois en Europe, mais que c'est en 1661 que le cardinal-archevêque de Lyon, frère du cardinal de Richelieu, en faisait usage ; il en prenait pour *modérer les vapeurs de sa rate et tenait ce secret d'un moine espagnol.*

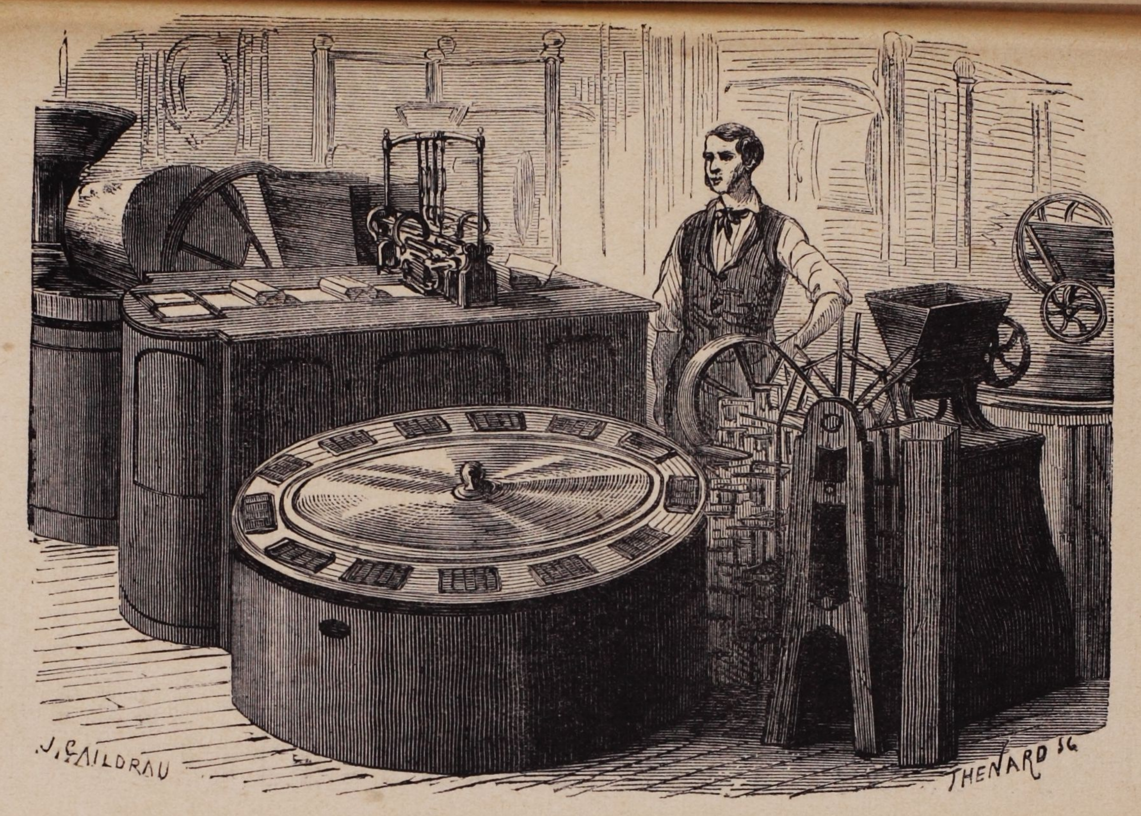
L'établissement où Chaillou débitait son produit se trouvait près de la Croix-du-Tiroir, au coin de la rue de l'Arbre-Sec et de la rue Saint-Honoré.

Si la fabrication du chocolat ne date que du mariage de Louis XIV, son apparition, comme aliment importé d'Espagne, est bien antérieure ; c'est en effet Anne d'Autriche qui le mit à la

mode à la cour, et plus tard dans les hautes classes de la société. Son prix élevé ne le rendait abordable qu'aux grandes fortunes et il ne s'en consommait que de très faibles quantités ; mais on sait comme il était apprécié et le cas qu'en faisait Madame de Sévigné qui le déclarait bon à tout et affirmait qu'il agissait suivant l'intention.

Le cacaoyer est un arbre curieux au point de vue botanique ; nous ne nous attarderons pas à la dissection de son double périanthe ni de son andracée demi-stérile ; il nous suffira de savoir que c'est un bel arbre qui offre cette particularité d'avoir des fleurs et des fruits en toutes saisons ; les fleurs poussent à même le tronc, parfois sur les racines mêmes et rarement sur les branches ; elles sont extrêmement petites ; un bouton prêt à s'épanouir ne présente que $0^{m},004$ de diamètre formant un étrange contraste avec le fruit issu de lui qui atteint de $0^{m},10$ à $0^{m},15$ de longueur. C'est une baie à paroi peu charnue qui offre à peu près la forme d'un concombre et contient logées dans des cloisons une grande quantité de graines ovoïdes de la grosseur d'une amande ; ce sont elles seulement qui sont employées dans la fabrication du chocolat.

Toute une classification de cacaoyers a été établie par les botanistes, il nous suffira de savoir qu'ils appartiennent au genre theobroma et que le cacaoyer commun est le theobroma cacao.



Fabrication du chocolat.

Longtemps les fruits sauvages de cet arbre suffirent à la consommation; mais déjà au XVIIIe siècle on tenta d'améliorer le produit par la culture; il se produisit là ce qui arrive pour tous les sauvageons confiés aux soins de l'homme : la récolte fut plus belle, plus régulière el de meilleure qualité. Le terrain qu'il faut choisir pour établir une cacaoyère réclame à peu près les mêmes conditions que les tumbas de cannes à sucre. Il faut un sol vierge pouvant être irrigué. On choisit généralement une forêt dont le sol en pente permet de faire couler des ruisseaux d'arrosage; la forêt est défrichée et tout est brûlé sur place ; on défonce ce sol nouveau profondément. A ces conditions deux autres sont à ajouter : la chaleur et l'ombrage : il est inutile, dit Boussingault, de planter des cacaoyers là où la moyenne de la température n'atteint pas 24 degrés. On ménage parfois dans les défrichements de grands arbres feuillus capables d'assurer l'ombre nécessaire, mais le plus ordinairement, on plante en même temps que les cacaoyers des arbres à croissance qui fourniront bientôt un épais toit de verdure impénétrable aux rayons du soleil. Une fois le sol prêt à recevoir les jeunes cacaoyers, on y transporte ceux qu'on a semés en pépinière et au fur et à mesure qu'ils grandissent, on ne se préoccupe plus que de les protéger du vent et des ouragans, car bientôt leurs branches s'enlacent

et protègent suffisamment les fleurs et les fruits, situés au-dessous, des ardeurs du soleil. Vers le trentième mois l'arbre commence à fleurir, mais il n'est au maximum de sa production que vers l'âge de douze ans ; toute l'année il porte des fleurs plus abondantes à l'époque des solstices ; entre la fleur minime et le fruit monstrueux quatre mois sont nécessaires pour opérer la transformation.

Bien installée une cacaoyère contient environ 400 arbres par hectare et si on évalue à deux kilogrammes de graines la récolte de chaque pied, l'hectare produit 800 kilogrammes de cacao. Si on évalue à 2 fr. 75 le prix moyen du kilogramme, le produit de l'hectare monte à 2,200 francs pour une année. La récolte a lieu toute l'année puisque toute l'année les fruits mûrissent, mais c'est à la Noël et à la Saint-Jean que la maturité colore le plus grand nombre de fruits ; à ces époques c'est grande activité dans la plantation ; les nègres sont armés de gaules munies à leur extrémité d'un crochet avec lequel il retourne les *cabosses*, afin de voir si elles ont uniformément pris la teinte jaune vif ou rouge sur leur surface ; si le résultat de l'examen est affirmatif, un coup de la gaule envoie rouler à terre la cabosse mûrie ; d'autres nègres se précipitent pour la ramasser et la rangent à côté d'autres dans des paniers qui bientôt pleins sont mis à sécher au soleil. Après quelques jours les

cabosses sont portées dans les cases et les femmes et les enfants les écalent à l'aide d'un couteau et d'un marteau. Bientôt les amandes dégagées de leurs coques sont étendues sur des feuilles de bananier, et après quelques jours de sèchage on les envoie en Europe. Parfois les amandes subissent une autre préparation, celle du terrage. L'amande fraîchie a un goût amer et peu de parfum ; que le travail mystérieux des agents zymotiques s'accomplisse et le parfum s'acquiert, l'arome se développe ; un léger degré de fermentation augmente ainsi considérablement la valeur du produit. On obtient cette fermentation par le terrage : on excave le sol à de faibles profondeurs comme si on voulait y creuser de petits silos ; on y enfouit les gradines ; puis on les recouvre d'une couche d'argile rouge ou de sable fin ; tous les jours on les remue pour empêcher la formation des moisissures ou des fermentations putrides qui rendraient les graines impropres à la consommation. Ces cacaos terrés ont une réputation de saveur méritée. Une autre cause influe sur l'arome des amandes, c'est l'âge : semblable en cela aux vins, aux liqueurs, aux cafés, le cacao prend un parfum plus délicat sous l'influence du temps et malgré cela les planteurs l'expédient en Europe presque aussitôt sa récolte ; c'est que la graine du cacaoyer est attaquée par de nombreux insectes, ses ennemis : le goasimo, les larves des vachacos

et par-dessus tout une teigne particulière qui a reçu le nom caractéristique de *friande à chocolat.*

Il y a une grande variété et de cacaoyers et surtout de cacaos ; suivant le climat, l'espèce, la culture, les soins de la récolte et de l'emballage, les cacaos sont d'une valeur plus ou moins marquée pour l'acheteur.

Dans la pratique on a rangé en sept classes différentes les cacaos du commerce ; ceux qui tiennent la tête sont le soconuzco, le maracaïbo et le cacao de la Madeleine. tandis que le cacao de Bourbon vient, déprécié, au dernier rang. Entre eux existent un grand nombre d'intermédiaires.

Quand les amandes arrivent en France, l'acheteur doit savoir les reconnaître et c'est tout un talent de savoir apprécier la maturité, les mélanges de graines s'il y en a, les falsifications ou simplement les altérations du produit ; cependant, sans de bonnes amandes, il ne saurait y avoir de bon chocolat. Les meilleurs cacaos arrivent soigneusement emballés dans des sacs de cuirs cousus avec des lanières de cuir et cet emballage les protège contre l'humidité et les attaques des insectes.

Qu'est-ce que le cacao au point de vue chimique ? Si nous voulions donner les analyses qui ont été faites nous pourrions remplir des pages, mais elles ne sont pas concordantes ; ce résultat est dû sans doute aux chimistes mais aussi aux

échantillons employés. Cependant si on hésite sur le dosage des substances contenues dans l'amande du cacaoyer on est d'accord sur leur nature : les principales sont le beurre de cacao, l'amidon, l'albumine végétale et la théobromine. Le cacao est donc un aliment complet, il peut suffire à lui seul comme nourriture, car il contient des matières grasses, le beurre de cacao, des matières amylacées, l'amidon, et des matières azotées, l'albumine végétale. Le beurre de cacao a une odeur et une saveur agréables, sa consistance est intermédiaire entre celle de la cire et celle de la graisse ; il est d'un prix élevé et on l'utilise en parfumerie. En pharmacie, cette substance, dit le docteur Fonssagrives, a tous les usages topiques des corps gras. On l'emploie en onction pour combattre l'érythème (rougeurs), pour garantir la peau des petits enfants contre toute action irritante, contre les démangeaisons, contre les gerçures. Cette précieuse substance est souvent falsifiée avec des graisses de différente nature et les personnes qui recherchent ces adultérations emploient un moyen scientifique d'une facile exécution pour les reconnaître ; ils font dissoudre dans l'éther l'échantillon qu'ils veulent analyser, le beurre de cacao se dissout rapidement et complètement et si quelque graisse étrangère y est mélangée, la solution de claire qu'elle devrait être devient trouble. Un autre moyen consiste à prendre exactement la température du point de

fusion de l'échantillon : le beurre de cacao fond à 25 degrés et les autres graisses de 30 à 37 degrés. Chimiquement le beurre de cacao n'est rien autre chose qu'un mélange d'oléine, de stéarine et de margarine.

L'amidon contenu dans les amandes n'offre qu'un point de remarquable, c'est que les cellules qui le constituent sont extrêmement petites, ce sont les plus petites cellules d'amidon connues.

Le principe véritablement spécial du cacao est la théobromine ; on en a fait un médicament du cœur et des reins et comme tous les médicaments, il est un poison quand il est pris à des doses excessives. Pour une grenouille, la dose toxique est de 15 milligrammes, pour un lapin de 1 à 2 grammes. On voit alors cet animal paisible grincer des dents, tandis que sa respiration se ralentit, sa température s'abaisse, les battements de son cœur s'affaiblissent, puis les forces diminuent, l'animal se couche sur le ventre et meurt. Mais si la théobromine, c'est-à-dire le cacao, c'est-à-dire le chocolat, est ainsi dangereuse, ce n'est chez l'homme qu'à de grandes quantités et, si on voulait ainsi s'empoisonner en ingérant du chocolat, il en faudrait un tel poids que c'est une indigestion qu'on se procurerait bien avant les phénomènes de l'empoisonnement.

Tel est le cacao qui forme avec le sucre et les

aromates le chocolat : le sucre employé doit être très blanc et très pur ; le fabricant de chocolat ne peut employer que le raffiné. Les aromates du chocolat sont extrêmement nombreux et varient suivant les pays : nous nous trouverions fort mal de chocolats poivrés et pimentés : les anciens Mexicains n'en consommaient pas d'autres. Les substances aromatiques employées dans la fabrication du chocolat sont fort nombreuses et connues de tous ; peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt d'expliquer en quelques mots leur origine qui n'est pas toujours aussi bien connue que leurs usages.

En première ligne, la vanille dont chacun connaît le suave arome et les gousses brunes et ridées recouvertes d'un givre odorant. Une plante sarmenteuse, véritable liane, la produit ; elle pousse dans le Mexique, surtout aux environs de Vera-Cruz où elle est cultivée en grand. Dans les serres de nos jardins botaniques, on peut en voir quelques exemplaires qui ne fournissent de gousses que si on a soin de déposer le pollen de la fleur sur le stigmate; celui-ci est disposé de telle sorte que le pollen n'y peut tomber de lui-même ; au Mexique, cette fécondation artificielle est faite par les insectes. La vanilline est le produit chimique qui parfume la gousse, on a pu l'isoler et on a pu la fabriquer en grand chimiquement.

Le baume du Pérou provient de deux arbres

du genre des légumineuses papilionacées comme l'acacia ; ils croissent dans l'Amérique du Sud et atteignent 16 et 17 mètres de hauteur. Le baume du Pérou est la résine de ces arbres; on le recueille dans des calebasses ou des vases ; son odeur rappelle celle du benjoin.

Nous connaissons tous la cannelle qui se présente sous la forme de petits tubes (*cannella*, petit tuyau); les arbres qui la fournissent sont du même genre que le camphrier ; la partie odorante de ces arbres que l'on emploie est l'écorce ; mais cinquante espèces de ce genre peuvent en fournir : la meilleure est la cannelle de Ceylan.

La casse est la pulpe du fruit d'arbres de la famille des légumineuses ; on la voit en gousses superbes pouvant atteindre 50 et 80 centimètres de longueur ; ces gousses d'un bois noir très dur ont la forme d'un cimeterre et présentent sur leurs faces de petites dépressions qui correspondent à la loge d'une graine.

D'où vient la muscade qui fut si fort en honneur dans la cuisine de Louis XIV ? C'est le noyau d'un fruit d'Amérique qui présente la grosseur d'un abricot ; une fois ce fruit écalé, il ne reste plus que l'amande, c'est elle qu'on envoie en Europe après l'avoir trempée dans l'eau de chaux pour la préserver des insectes.

Je pense que peu de mes lecteurs pourraient dire ce qu'est le clou de girofle dont la violente saveur relève les sauces des cuisinières ; le clou

de girofle est un bouton de fleur provenant d'un arbre de la même famille que l'œillet, le *caryophyllus aromaticus,* et ne trouve-t-on pas en effet que certains œillets au parfum violent rappellent un peu l'odeur du clou de girofle ?

Nous pourrions continuer longtemps cette énumération des aromates du chocolat ; mais nous nous sommes bornés aux plus connus et aux plus employés, saisissant seulement cette occasion d'expliquer l'origine d'objets couramment utilisés.

Maintenant que nous connaissons le sucre, le cacao et les aromates qui entrent dans la composition du chocolat, il est intéressant de se rendre compte par quelles transformations mécaniques s'effectue ce mélange que nous connaissons sous le nom de chocolat. Les Mexicains se contentaient de broyer grossièrement sur la pierre amandes, sucres et aromates ; plus tard en Europe on employa longtemps la fabrication au rouleau sur des tables de marbre ; un ouvrier ne pouvait dépasser en production trente livres de chocolat dans sa journée ; un Génois Bozelly fit construire un moulin qui produisait six à sept cents livres par jour, c'était un grand progrès et enfin, en 1819, M. Pelletier installa la première machine à chocolat ; depuis ce temps les perfectionnements se sont succédés et les machines des grandes exploitations comme celles de Menier unissent la perfection à la rapidité.

Les opérations de la chocolaterie comprenant plusieurs périodes bien distinctes. Dès leur arrivée à l'usine, les amandes sont nettoyées et triées ; triage et nettoyage sont donc les premières opérations effectuées ; elles sont fort importantes, car quelques graines en mauvais état suffisent pour communiquer à toute la pâte un goût prononcé d'amertume ; de plus le cacao, surtout le cacao terré contient toujours des corps étrangers, cailloux, sable ou terre ; il passe donc dans un appareil connu sous le nom d'époudreur ; il en existe plusieurs systèmes ordinairement construits d'après le principe des *tarares* agricoles. Chacun de mes lecteurs a vu dans les fermes cet instrument qui sépare vraiment le bon grain de l'ivraie ; l'époudreur des chocolateries y ressemble et tandis que les poussières et les graines légères sont chassées par un courant d'air, les amandes tombent au fond d'une caisse où elles sont reprises pour le triage. Pour cette deuxième opération, la machine n'est plus de mise, il faut l'intelligence et l'habitude des ouvrières ; toute graine insuffisamment mûre, toute graine de mauvaise qualité ou piquée des insectes est écartée ; on peut alors procéder à la *torréfaction.* C'est encore un appareil bien simple que l'on emploie, les *broches* ou *tambours ;* il n'est pas besoin d'en donner une longue description ; c'est en plus grand le même appareil que celui dans lequel les épiciers font griller le café ; tantôt

ces tambours sont tournés à la main et tantôt le mouvement de rotation a lieu au moyen d'une courroie mise en communication avec les générateurs de force motrice. Sous l'influence de la torréfaction, l'écorce de l'amande éclate et on pratique un second triage mécanique et manuel L'amande n'est pas encore arrivée au point nécessaire pour être transformée en chocolat ; elle doit passer dans le décortiqueur-concasseur qui sépare l'enveloppe de la graine et réduit celle-ci en morceaux assez grossiers qui passeront plus tard sous les cylindres. Cette période de *décortication* est actuellement menée à bien à l'aide d'appareils connus sous le nom de moulin à cloche construits sur le modèle d'énormes moulins à café ; les plus appréciés de ces moulins sont le moulin de Weldon et celui de Pintus. Un troisième triage ne laisse plus que des amandes parfaitement saines et on peut dès lors penser à la fabrication proprement dite du chocolat. Ici la variété des appareils est infinie, il s'agit de broyer l'amande en fragments de plus en plus fins et de mélanger ces fragments avec le sucre et les aromates ; on y arrive : 1° par les machines à cylindres oscillants ou mus circulairement, 2° par les machines à tronc de cône, 3° les machines à cylindres de pierre, 4° les machines à cylindres, 5° les moulins broyeurs. Tous ces procédés ont leur application, suivant le plus ou moins d'importance de la chocolaterie ; les expo-

ser serait faire un véritable cours de mécanique; il nous suffira de savoir que, dans les grandes usines de MM. Menier, on emploie des machines à cylindres qui sont des merveilles de mécanisme et qui cependant n'ont pas donné les résultats attendus; leur emploi exige plus de passages de la pâte sous les cylindres que l'on n'avait prévu, c'est un travail supplémentaire à effectuer. On revient actuellement aux petites machines véritablement plus pratiques et donnant un produit meilleur. Un point semble commun à toutes les machines : les organes broyeurs, quelle que soit leur forme, sont en pierre, granit ou marbre, le fer ayant l'inconvénient de communiquer à la pâte du chocolat un goût désagréable. On a tenté d'employer le verre, mais les différences de température entre le centre et la périphérie de ces organes y déterminent souvent des ruptures.

Ces appareils ont effectué le broyage et le finissage; dans certaines usines, particulièrement dans celles de la Compagnie Coloniale, la pâte au sortir des malaxeurs est portée sur des tables de granit ou de marbre où elle subit un fouettage énergique; puis, pour chasser les bulles d'air introduites dans la pâte et donner à cette dernière une homogénéité parfaite, elle est introduite dans la machine connue sous le nom de *boudineuse*. Cette machine n'est qu'une des nombreuses applications de la vis d'Archimède. Nous avons déjà vu la vis d'Archimède laver les betteraves et

les pommes de terre, nous la voyons dans la boudineuse comprimer la pâte du chocolat. L'appareil est formé d'une trémie distribuant la pâte dans un renflement cylindrique terminé par une partie tronc-conique et dans lequel se meut mécaniquement une vis d'Archimède; la pâte passe ainsi dans le tronc de cône et en sort sous la forme d'un boudin; un couteau la divise en fragments de 250 grammes. D'autres fois la pâte, en sortant du malaxeur, se rend dans une *peseuse mécanique*. Cette machine se compose d'un cylindre à enveloppe de vapeur, traversé par une vis sans fin qui fait descendre la pâte dans des vides laissés par des pistons roulant sur un plan incliné ; une noix comprime cette pâte qui sort sur un plateau tournant par petites fractions du poids de 125 ou de 250 grammes et prenant au sortir de la machine la forme quadrangulaire des anciens biscuits. Ce plateau en tournant les amène près d'une caisse qui les fait glisser sur une table circulaire tournant en sens inverse du plateau. Les fragments de pâte étant exactement pesés, passent au moulage; la forme la plus généralement admise est celle d'une plaque rectangulaire divisée en un nombre variable, six, sept ou huit tablettes, chacune des tablettes portant le nom du fabricant; mais, surtout à l'étranger, on peut observer une variété de formes considérable sur laquelle il n'est pas besoin d'insister. Cependant le moulage a sa grande importance

dans les chocolats de luxe; il ne s'agit pas alors de modifier plus ou moins la plaque rectangulaire en usage, mais de créer de vrais modèles où les représentations de fleurs, de fruits, d'animaux, les cigares et les pastilles arrivent à une véritable perfection du genre. Chaque nouvelle année fait paraître de nouveaux modèles pour lesquels l'outillage doit être changé; mais les vieilles formes gardent néanmoins leur faveur.

La fabrication des pastilles exige un matériel des plus simples, un couteau à pastilles et une pastilleuse. Le couteau à pastilles n'est autre chose qu'un axe rond terminé par deux poignées entre lesquelles sont placés à distances égales des disques de même grandeur, généralement au nombre de huit à dix. Avec cet instrument on découpe dans la pâte encore molle des lanières que l'on transforme bientôt en carré en passant le couteau perpendiculairement à sa première direction. Ces carrés sont portés dans la pastilleuse, sorte de boîte dont le fond porte des excavations régulièrement creusées et le couvercle d'autres excavations semblables s'adaptant à celles du fond. Dans chacun de ces creux un carré découpé par le couteau à pastilles est introduit; quand la pâte a atteint la consistance suffisante, on appuie fortement le couvercle et après deux ou trois pressions, la pastille est faite, il n'existe plus de carrés. C'est là l'ancienne pastilleuse que des appareils plus ingénieux ont rem-

placée ; l'un a la forme d'un poinçon d'estampage, un autre n'est qu'une vis qui vient presser sur un moule rempli de pâte, mais celui qui nous paraît le plus ingénieux est formé comme les machines rotatives d'imprimerie par deux cylindres superposés et en effet ces cylindres impriment des poèmes de chocolat, ils sont creusés de formes variées, cerises, poires, etc., etc., et à chaque moule correspond sur l'autre cylindre l'autre moitié exactement semblable de la figure représentée. Comprimée dans ces moules par la rotation des cylindres, la pâte prend docilement les formes prescrites.

Les crottes de chocolat sont fabriquées avec un appareil très ingénieux. Imaginez une boule aplatie et creuse dont la partie supérieure est largement ouverte ; la partie inférieure porte un axe métallique qu'un engrenage fait tourner avec vitesse. On place dans l'intérieur de la boule creuse de petits cubes de pâte découpés au couteau à pastilles, puis on met l'appareil en marche ; les carrés se frottent les uns sur les autres, les angles s'arrondissent et, au bout de quelques minutes, on ne retire plus que des boules de chocolat à peu près régulièrement sphéroïdales.

La plus grande quantité de chocolat produite ne prend pas ces formes variées mais, ainsi que tout le monde le sait, la forme rectangulaire. Une fois la pâte introduite dans le moule, le tout pâte et moule est transporté sur la *tapoteuse,* table à

rebords disposée de façon à recevoir des secousses régulières au moyen de deux roues à crochet venant choquer simultanément contre deux dents fixées sur une ligne correspondant au milieu de la table dans le sens de la largeur. Quand la pâte est par les secousses automatiques de la tapoteuse bien également répartie dans les moules, l'ouvrier marque chaque plaque rectangulaire de trois signes qui indiquent le premier la qualité du chocolat, le deuxième la date de la fabrication et le troisième la marque particulière de l'ouvrier. Un bon ouvrier peut dresser 5 kilogrammes de chocolat en dix minutes, soit 300 kilogrammes dans sa journée. Une fois les moules enlevés de la tapoteuse, il n'y a plus qu'à laisser refroidir le chocolat ; on le porte dans de grandes salles nommées rafraîchissoirs. Suivant la qualité du chocolat, on emploie le refroidissement naturel ou les appareils réfrigérants; le premier donne de meilleurs résultats, mais exige un temps plus long ; la Compagnie Coloniale est merveilleusement organisée : dans les sous-sols de son usine se trouvent d'immenses tables de pierres du Jura sous lesquelles un courant d'eau de puits très froide circule durant l'été. A l'usine Lombart on fait passer un courant d'air froid provenant d'anciens puits de carrières dans le rafraîchissoir. Ailleurs on emploie les appareils réfrigérants : à Noiseil l'appareil Giffard ; chez M. Dewinck

l'appareil Carré et la machine de Raoul Pictet chez M. Guérin-Boutron. Une fois refroidi le chocolat n'a plus qu'à passer aux ateliers de pliage où on l'enveloppe d'une feuille de papier d'étain et où on termine son empaquetage variable avec la fabrique et la qualité du produit.

Mais le sucre ne sert pas qu'à manger ; dans certains cas il sert à l'impression sur étoffes : on a récemment découvert la fabrication de l'indigo pur ; l'indigo est fourni par une plante qui contient une forte proportion de matière colorante ; actuellement on sait fabriquer chimiquement l'indigo, ce qui permet de l'employer pur et d'en obtenir ainsi de meilleurs résultats colorants ; de même que l'alizarine a ruiné la culture de la garance, de même il est à prévoir que la chute des plantations d'indigo suivra de près la découverte chimique : quoiqu'il en soit, cet indigo pur s'emploie finement pulvérisé avec un mélange d'amidon grillé et de soude caustique pour imprimer des étoffes quand elles ont été préalablement préparées avec du sucre de raisin ; voilà certes une application non prévue du sucre.

Si nous voulions passer en revue toutes les applications dont est susceptible un autre sucre, le glucose, nous en trouverions un nombre respectable, mais il en est une assez originale que nos lecteurs doivent ignorer ; elle est récente et

se rapporte à une de nos inventions modernes : qui croira que l'élégante et souple bicyclette, que la soufflante automobile ont recours au sucre pour s'éclairer. Chacun connaît la brillante lumière des lampes à acétylène ; l'acétylène est un gaz inflammable qui se dégage au contact de l'eau d'un sel nommé le carbure de calcium ; dans la réaction il se produit un dépôt de chaux. Cette réaction que l'on recherche pour la production du gaz acétylène s'effectue spontanément à l'air sous l'influence de la moindre trace d'humidité de l'atmosphère ; aussi, abandonné un certain temps à lui-même, le carbure de calcium se transforme peu à peu en un bloc de chaux inutilisable ; M. Létang a cherché et a trouvé le remède ; il sucre le carbure de calcium en le trempant dans une solution chaude et concentrée de glucose ; une fois retiré le carbure de calcium est muni d'une enveloppe de glucose qui le recouvre comme d'un vernis protecteur et il est à l'abri de la décomposition dans l'air ; quand on veut s'en servir, on comprend facilement que l'enveloppe de glucose se fond rapidement dans l'eau et que le grain de carbure dégagé de son étui sucré se décompose en donnant de l'acétylène ; M. Létang a donné à ce nouveau produit le nom d'acétylite.

CHAPITRE III

Les Succédanés du Sucre.

Le miel. — Sa production. — Différentes espèces de miel. — Sa préparation. — Le glucose. — Sa fabrication. — Les usages du glucose. — La saccharine. — Les poisons sucrés.

Les différentes sensations que nous éprouvons par le goût peuvent être réduites à un nombre assez restreint, ce sont des saveurs sucrées, salées, amères et acides; il est probable que l'arome des fruits, le bouquet des vins, les sensations de mets plus ou moins parfumés et délicats sont perçus par le nez, mais les vraies sensations gustatives sont peu nombreuses et bien définies. La saccharose n'est pas seule à déterminer la sensation de goût sucré, bien d'autres corps la déterminent, ainsi que nous l'avons déjà dit; chimiquement, les principaux sont la saccharine, le glucose et les sels de plomb. Parmi les produits de la nature celui qui a le goût sucré le plus marqué est le miel. Avant que l'on connut notre sucre actuel, c'est le miel qui le remplaçait dans beaucoup d'usages; les anciens voulaient-ils exprimer qu'un aliment était sucré, c'était le miel qui était leur terme de comparaison : doux

comme le miel; quand Pline parlait par ouï-dire du sucre que connaissaient les Arabes, il le définissait une espèce de miel qui découle des roseaux; s'il faut pour produire notre sucre industriel une véritable armée de travailleurs, leur nombre n'est rien en comparaison de celui qui est mobilisé pour la fabrication du miel; ce sont des travailleurs ailés, bourdonnants et affairés; ce sont les abeilles.

Qui ne connaît ces petits insectes de la taille d'une grosse mouche; leur couleur grisâtre n'attire guère l'attention; mais si nous nous penchons sur la corolle d'une fleur, nous les voyons qui font leur récolte; approchons-nous avec précaution, car l'imprudent qui les dérange de leur travail est vite châtié d'un coup d'aiguillon. De leurs pattes antérieures nous voyons les abeilles actives fouiller les nectaires pleins de suc des fleurs, ramasser le pollen et en charger les pattes postérieures transformées au niveau du tarse en véritables paniers de provision; la provision faite, l'insecte ne perd point de temps, il prend son vol vers la ruche: là, quelle activité! l'entrée de la ruche est noire de monde; des abeilles en sortent pour courir à leurs travaux; celles qui ont fini leur récolte rentrent, et nous les voyons travailler à la construction de petites cellules hexagonales à parois de cire, bientôt remplies d'une sorte de sirop jaunâtre qui est le miel; ce sont là les provisions d'hiver de la nation;

c'est la nourriture des jeunes abeilles qui vont naître ; mais c'est surtout pour l'homme que les insectes travaillent ; l'homme bientôt leur enlèvera ces beaux gâteaux de cire et de miel ; non découragées, les abeilles vont recueillir sur les fleurs d'automne une nouvelle provision que le maître leur laissera.

Le goût du miel c'est le parfum des fleurs ; il sera donc bien différent suivant les régions où croissent des plantes plus ou moins odoriférantes et suivant les saisons ; le miel du Gâtinais emprunte à la forte odeur des safrans et à la douceur des acacias un parfum très recherché ; celui de Bretagne est plein des odeurs des bruyères, des genêts et des lavandes. Dans les montagnes, tantôt le miel est clair et aromatisé des mille fleurs des prés où fleurit le lis sauvage et l'orchis vanillé, et tantôt il est roux avec une odeur de résine qui n'est pas sans agrément ; c'est que les abeilles, ouvrières diligentes, vont au plus près ; si la ruche est près des prairies, elles y rapportent le parfum des fleurs ; si elle est à l'orée d'un bois de sapins, elles y recherchent le suc qui servira à fabriquer le miel qui gardera toujours ainsi la preuve de son origine. Pour conserver le miel il faut le séparer de la cire qui le maintient dans ses réseaux ; il suffit de le faire chauffer ; à la chaleur la cire fond et, plus légère, vient flotter au-dessus du miel ; c'est le procédé ancien encore fort employé ; un procédé plus nouveau permet

de ne pas altérer le goût du miel par la chaleur ; il consiste en une sorte de turbinage des gâteaux de miel ; les cellules de cire sont brisées, le miel s'échappe et la force centrifuge le chasse à travers les mailles d'un réseau qui retiennent les cloisons des cellules.

L'usage du sucre a sans doute restreint celui du miel, ce dernier a pourtant gardé de fidèles appréciateurs, et sa place est encore marquée dans certaines industries ; la fabrication du pain d'épices par exemple en absorbe chaque année de grandes quantités ; le miel rosat est du miel cuit avec des roses ; les mellites sont des préparations pharmaceutiques où le miel remplace le sirop. Ce goût sucré du miel est dû au glucose qui est, comme nous savons, le sucre des fleurs et des fruits ; il est répandu à profusion dans la nature, et souvent on le rencontre où l'on s'y attendrait le moins.

Pendant certaines périodes de l'été, les jardiniers voient parfois un liquide poisseux envahir le dessous des feuilles de leurs arbres et devenir si abondant qu'il coule en gouttelettes sur la terre ; presque tous les arbres peuvent être atteints de cette maladie, mais les essences à feuilles tendres y sont principalement sujettes ; quand leurs arbres ont cette maladie sucrée et sont pour ainsi dire comme diabétiques, les jardiniers disent qu'ils sont atteints de la miellée. Les savants ont recherché les causes de cette miellée

et ce n'est que depuis peu de temps que l'accord est fait entre eux à ce sujet; les coupables de la miellée sont les pucerons; ces petits animaux jouissent de la propriété de faire du sucre et quand nous disons faire du sucre il faut prendre ce mot dans son sens le moins convenable, c'est-à-dire que le sucre leur coule de l'intestin ; de sorte que ces gouttes sucrées qui pleuvent sous la feuillée ne sont autre chose que les éjections de ces petits animaux. Le sucre ainsi fourni par ces singuliers fabricants a été analysé avec soin et on a découvert qu'il était composé de glucose et de mélézitose, ce dernier est un sucre tout nouvellement découvert par un grand chimiste, M. Berthelot. La miellée n'est donc qu'une maladie parasitaire des arbres et dans certaines régions où il est d'usage de donner des feuilles en nourriture aux bestiaux, on écarte soigneusement les branches qui portent des traces de miellée, car elles peuvent déterminer des maladies chez les animaux. La présence des pucerons sur les feuilles d'arbres est très ordinaire et si on ne rencontre la miellée que de temps en temps, c'est que les fourmis sont généralement là qui empêchent le sucre de tomber sur la terre. Les fourmis sont organisées en république et elles ont leurs bestiaux qui ne sont autres que les pucerons; une bande de pucerons exploitée par une fourmilière lui appartient, et les fourmis qui la possèdent la défendent contre tout autre groupe

de la même espèce, c'est le troupeau de vaches laitières ; les fourmis vont régulièrement à la traite ; elles ne laissent pas tomber le sucre de l'endroit où il sort et s'en emparent, la gouttelette à peine formée ; aussi un arbre chargé de pucerons ne présente pas de feuilles poissées ni de miellée s'il est en même temps visité par les fourmis qui absorbent au fur et à mesure qu'il se produit le suc de ces insectes.

L'industrie fabrique de grandes quantités de glucose en transformant l'amidon si abondant des plantes ; elle emploie l'amidon du blé et surtout celui de la pomme de terre.

Pour transformer l'amidon ou la fécule en glucose il suffit qu'un équivalent d'eau se fixe sur eux. Cette réaction chimique se produit dans bien des cas, notamment en présence de l'acide sulfurique : quand on met en présence de l'amidon, de l'eau et de l'acide sulfurique, il se produit du glucose et de la dextrine qui se transforme ensuite elle-même en glucose ; l'acide sulfurique reste intact une fois l'opération terminée ; c'est la réaction qui préside à la fabrication industrielle du glucose; ainsi l'industrie fabrique le sucre véritablement et ne fait pas que l'extraire comme pour le sucre de betteraves. Le matériel de fabrication est plus simple que pour le sucre de betteraves : de grandes cuves de bois sont chauffées à la vapeur par un serpentin ; elles sont remplies d'eau acidulée d'acide sulfurique ; quand la tem-

pérature suffisante est atteinte, on verse dans la cuve de la fécule délayée dans de l'eau et seulement par petites quantités à la fois ; on a soin d'interrompre l'ébullition afin d'éviter la formation d'empois ; de ces cuves se dégagent des produits d'une odeur désagréable qu'on dirige sur le foyer ; cependant une notable partie se dégage dans l'atmosphère et rend le voisinage des fabriques de glucose peu agréable. L'opération terminée, on a dans les cuves un mélange d'une solution de glucose et d'acide sulfurique, on ajoute du carbonate de baryte ou du carbonate de chaux, il se forme alors du sulfate de baryte ou de chaux qui ne fondent pas dans l'eau. Après avoir laissé reposer le mélange, on filtre le sirop sur des filtres à noir et on passe les boues de sulfate de chaux au filtre-presse ; il ne reste plus qu'à concentrer le sirop par la chaleur et à le livrer au commerce. On peut faire du glucose cristallisé en employant une quantité plus considérable d'acide sulfurique et en concentrant davantage le sirop qu'on laisse ensuite cristalliser à froid. On emploie 2 kilogr. d'acide sulfurique pour 100 de fécule et 300 ou 400 litres d'eau quand on veut fabriquer du sirop et 4 kilogr. quand on veut du glucose cristallisé.

Le glucose a les usages les plus divers ; on s'en sert dans certaines manipulations que subissent les tabacs ; il entre dans la fabrication de la bière, car le vin d'orge ne contient pas par lui-même

suffisamment d'alcool, et c'est en se basant sur la principale propriété du glucose qui est la fermentation alcoolique en face la levure de bière, qu'on utilise le glucose pour la fabrication de la bière ; pour la même raison on emploie le glucose pour le vinage de certains vins de qualité inférieure. Mais le glucose trouve son principal emploi dans la fabrication de l'alcool et dans les falsifications du sucre et du miel. La fermentation alcoolique est, avons-nous dit, la principale propriété du glucose ; aussi fabrique-t-on surtout en Allemagne d'énormes quantités d'alcool par ce procédé ; c'est cet alcool qui est connu sous le nom d'alcool de pommes de terre.

Dans la fabrication des sirops, il arrive souvent qu'un industriel peu consciencieux mélange au sirop de saccharose du sirop de glucose ; mais il est vendu aussi du sirop de glucose dûment étiqueté glucose et souvent aussi sirop de fantaisie : il ne faut conseiller ces fantaisies-là à personne. Sans doute le glucose par lui-même n'est pas malsain ; mais nous savons qu'on emploie l'acide sulfurique pour sa fabrication ; il en demeure toujours une certaine quantité qu'il vaut mieux certainement ne pas absorber ; la production même de cet acide sulfurique a eu lieu en faisant brûler des pyrites qui sont souvent arsenicales ; de sorte que le consommateur qui croit absorber un glucose inoffensif avale en même temps de l'acide sulfurique et de l'arsenic ;

décidément, quand l'homme se met à fabriquer du sucre il ne le fabrique pas aussi bien que Dieu dans le petit laboratoire qu'est la cellule de betterave.

Nous venons à propos du glucose de devenir une fois de plus chimistes : continuons, car les autres produits sucrés dont nous avons à parler sont du ressort de la chimie ; la saccharine est un corps très complexe sorti des cornues des laboratoires, qui a un énorme pouvoir sucrant ; il sucre bien plus que le glucose et bien plus que la saccharose ; il n'est pas sans inconvénients pour la santé et de plus il n'est pas un aliment ; deux causes qui l'empêcheront de détrôner le sucre de canne et de betterave ; cependant certains malades auxquels ce sucre est interdit peuvent user de la saccharine en se renfermant dans les limites d'une sage modération.

Si nous voulons marcher en augmentant le danger, il nous sera facile de trouver des corps sucrés plus dangereux que la saccharine ; les sels de plomb ont presque tous un goût sucré agréable qui peut faciliter les empoisonnements volontaires ou involontaires ; mais il n'est déjà plus utile d'insister, car nous n'avons voulu parler que des succédanés du sucre, des corps qui peuvent le remplacer ou qui l'ont autrefois remplacé ; nous ne pouvons songer à y placer de véritables poisons.

Il y a donc en réalité trois importants succé-

danés de sucre : celui des anciens, le miel ; celui des modernes et surtout des falsificateurs, le glucose ; et enfin celui des malades, la saccharine. Les quelques mots que nous avons dit de chacun nous montrent l'avantage incontestable que le sucre a sur chacun d'eux ; quelle que soit la poésie du miel de l'Hymette, quel que soit le parfum des fleurs emmagasiné par les ailes des abeilles, il vaut mieux dans la pratique n'avoir à faire qu'à un sucre ayant la saveur sans parfum.

CHAPITRE IV

Consommation et Production.

La consommation individuelle. — La transformation en alcool. — Le sucrage des vendanges. — Les vins de seconde cuvée. — Production française. — La production du monde. — Production des graines de betteraves.

Avez-vous jamais songé, amis lecteurs, à la quantité de sucre que vous consommez en une année : je ne parle pas bien entendu des gourmands qui ne pourraient voir sans en être effrayés le total de leurs débauches de sucreries, je parle de vous, enfants raisonnables, qui vivez de la vie de famille. Le matin, une main diligente vous a confectionné pour le premier repas le chocolat ou le café au lait où deux morceaux de sucre trouvent leur emploi ; au repas de midi, il est rare qu'un entremets sucré ou que quelques gâteaux ne soient portés sur la table ; à quatre heures, vous avez grand'faim et vous prenez quelques gâteaux sucrés ou bien du pain et du chocolat dans lequel il entre jusqu'à 70 °/₀ de sucre ; le soir, votre dessert est fait d'une excellente tartine de confitures ; si vous êtes plus âgé et si l'on vous permet le café, voilà encore une

nouvelle occasion d'utiliser le sucre ; à renouveler chaque jour cette consommation, vous utilisez dans votre année, d'après les plus savantes et les plus récentes statistiques, la quantité de vingt-deux livres et demie ; malgré la science et la nouveauté de ces statistiques, soyez assurés que vous en absorbez bien davantage, car vous êtes des consommateurs de sucre : au jour de l'an, vous recevez des pralines et des fruits confits ; il n'y a point de baptême dans votre entourage sans dragées et sans gâteaux ; le dimanche ramène chaque fois à l'heure du déjeuner un délicieux entremets sucré ; mais combien d'enfants sont privés de toutes ces friandises, non seulement dans les villes quand la pauvreté les étreint durement, mais il existe des régions entières où un morceau de sucre est un grand luxe ; il est, malgré son bas prix, trop cher pour la bourse amaigrie des habitants de la Bretagne ou des pays de montagnes. J'ai connu, il y a quelques années, un brave montagnard très pauvre et très chargé d'enfants ; il excitait l'envie de ses voisins, plus pauvres que lui, car pour me donner une haute idée de sa fortune il se vantait hautement d'avoir pu nourrir tous ses enfants nouveau-nés au lait, au sucre et au pain blanc ; le lait, on en avait ; mais le sucre et le pain blanc quelle effroyable dépense pouvait en faire un enfant de trois mois ! C'était d'ailleurs une détestable nourriture pour l'hygiène de ses enfants ; mais pou-

voir la fournir était dans ce pays signe d'une prospérité inouïe. Vous comprendrez que les enfants et les grandes personnes de ces pays-là ne se bourrent pas de sucre ; ils sont portés sur la statistique comme consommateurs de sucre et font ainsi baisser la proportion de la part de chacun.

Nous consommons encore du sucre sous forme d'alcool ; nous savons que bien des produits végétaux fournissent de l'alcool ; mais une forte proportion de l'alcool consommé, soit en boisson, soit pour la parfumerie ou tout autre usage domestique ou industriel, vient de la distillation des betteraves ou de la mélasse, qui contient en moyenne 45 °/₀ de sucre ; d'ailleurs il n'y a pas d'alcool sans sucre ou tout au moins sans glucose ; en ne nous inquiétant que de celui qui vient des mélasses, qui nous intéresse plus particulièrement, rappelons-nous qu'il faut 312 kilogrammes de mélasse pour produire un hectolitre d'alcool ; on voit quelle énorme proportion de sucre passe ainsi à la distillerie. Si nous voulions nous rendre compte de tout le sucre employé indirectement, nous nous égarerions dans de longs et fastidieux calculs ; ne songeons qu'au sucre vendu en nature et courons à la statistique afin de savoir combien la France en consomme ; la statistique nous répond que, dans ces dernières années, on a presque toujours dépassé en France la quantité de 450 millions de

kilogrammes ; c'est-à-dire que si on voulait charger sur un seul train de chemin de fer notre consommation annuelle, le train devrait s'étendre de Paris à Lille !

Une des causes qui ont contribué à augmenter la consommation du sucre est le sucrage des vendanges. Quand le vin est fait, on ajoute dans certains cas sur le marc de raisins qui demeure dans la cuve une quantité déterminée de sucre et d'eau ; la fermentation se produit et le résultat de cette fermentation donne des vins dits de seconde cuvée. Evidemment les Bourgognes renommés et les authentiques Bordeaux n'ont point cette origine de fabrication, mais le vin ainsi obtenu est d'une consemmation inoffensive et l'Etat favorise cette production en dégrevant d'une partie des impôts le sucre employé pour les vins de seconde cuvée ; il faut cependant que le propriétaire justifie d'une quantité de vendange correspondant à la quantité de sucre qu'il demande ; de plus, les livraisons de sucre dégrevé ne se font qu'à certains jours, en présence des employés de la régie et ce sucre doit être dénaturé, c'est-à-dire mélangé à une certaine quantité de marc pour le rendre impropre à tout autre usage.

Notre sol produit tout le sucre nécessaire à notre consommation, il en produit plus que nous n'en consommons ; mais dans les variations du commerce, mille causes agissent et il se produit pour les sucres un mouvement d'importation et

mouvement d'exportation, c'est-à-dire que nous envoyons du sucre à l'étranger et que l'étranger nous en envoie.

Depuis le commencement de ce chapitre, nous sommes dans les chiffres et nous allons encore y recourir pour tâcher d'expliquer en quelques mots la production sucrière de France, celle d'Europe, celle du monde même et le mouvement d'importation et d'exportation de notre commerce.

La production française a depuis vingt ans subi une progression notable : il y a vingt ans ce n'était que tout à fait exceptionnellement que l'on pouvait atteindre le chiffre de 400 millions de kilogrammes; actuellement la production oscille autour de 600 millions de kilogrammes; un fait intéressant à noter est que l'augmentation de production ne correspond pas à un plus grand nombre de fabriques; au contraire le nombre des usines a diminué: tandis qu'en 1877 cinq cent quatorze usines fonctionnaient en France, en 1897 trois cent soixante-trois seulement ont travaillé; c'est qu'il y a vingt ans l'impôt sur le sucre était perçu sur le produit fabriqué, tant de sacs de sucre sortis de l'usine payaient autant de fois l'unité de l'impôt; dans ces conditions, le gros producteur payait davantage parce qu'il produisait davantage, mais celui qui employait des moyens arriérés, la cuite à l'air libre dans des chaudières à feu nu par exemple, pouvait se

livrer à l'industrie du sucre et en retirer un certain bénéfice ; il produisait moins et payait moins ; depuis 1884, l'assiette de l'impôt s'est modifiée, c'est-à-dire que l'impôt au lieu d'être perçu sur le produit fabriqué sortant de l'usine est perçu sur la matière première entrant dans l'usine ; le résultat de cette manière de faire a été des plus nets ; l'industriel a perfectionné ses procédés pour tirer tout le sucre possible des betteraves, puisqu'il payait le même impôt, quelle que fut la quantité de sucre extraite ; de plus, le cultivateur s'est trouvé dans l'obligation d'améliorer sa culture afin de vendre ses betteraves un prix rémunérateur, car on ne lui achetait un bon prix que des betteraves contenant beaucoup de sucre. Devant les changements d'outillage nécessités par les nouvelles méthodes, un certain nombre de fabricants se sont crus obligés de fermer leur usine, car ils ne disposaient pas des capitaux nécessaires ; ainsi les forts ont écrasé les faibles, suivant cette triste loi de la nature qui est aussi la loi du commerce et de l'industrie, cruelle nécessité du progrès. Mais, tandis qu'il y a vingt ans les betteraves ne donnaient guère que 5 °/₀ de rendement, c'est-à-dire 100 kilogr. de betteraves ne donnaient que 5 kilog. de sucre ; actuellement le rendement est de 9 1/2 à 11 °/₀.

Ces résultats sont encourageants, mais ils étaient depuis longtemps obtenus en Allemagne et ont été dépassés depuis dans ce pays. L'Alle-

magne est la plus grande productrice de sucre, elle produit chaque année au moins un milliard et demi de kilos ; après l'Allemagne vient l'Autriche, et la Russie nous suit de près et nous dépasse quelquefois. Chacun des Etats de l'Europe a sa production ; les immenses champs de cannes répandus dans le nouveau et dans l'ancien monde apportent à la sucrerie leur formidable appoint ; le sucre d'érable, le jagre ou sucre de palmier viennent s'ajouter ; un Américain a totalisé toutes ces sources de production et a donné comme production sucrière du monde la somme de huit milliards de kilogrammes ; chargé sur un train de chemin de fer, le stock du monde exigerait un train de près de cinq mille kilomètres de longueur.

Dans ces chiffres énormes, qu'est devenue la lutte du sucre de canne et du sucre de betterave ? elle continue toujours ; mais la production betteravière l'emporte sur celle des champs de cannes ; trois milliards et demi de kilos viennent des chauds climats où pousse la canne et quatre milliards et demi sont produits par la betterave des froides régions du Nord.

Il est cependant une région qui consomme une quantité considérable de sucre et qui reste en grande partie tributaire de l'ancienne production des cannes ; nous voulons parler de l'Amérique du Nord. Là comme ailleurs, la lutte entre la canne et la betterave s'est engagée, mais elle

semble définitivement terminée par l'éclatante victoire de la première. Les Américains se voyaient tributaires des vastes champs de canne de Cuba pour leur consommation sucrière ; ainsi chaque année une forte somme de dollars émigrait du pays des Yankees aux colonies espagnole ; devant cet état de choses, les Américains résolurent de recourir à la betterave ; fidèles à leur principe de faire tout énorme, ils ensemencent d'immenses champs de betteraves, et, pour traiter au moment de la récolte la pulpe des racines, ils bâtissent d'immenses usines : une d'elle était la plus grande du monde ; elle devait traiter trois ou quatre fois plus de racines en un jour que n'importe qu'elle sucrerie d'Europe ; on en disait merveille, et les capitaux affluaient vers cette nouvelle richesse ; une fois de plus la canne allait être vaincue par la betterave ; cet enthousiasme dura jusqu'à la récolte ; on s'aperçut alors que les racines ne contenaient qu'une proportion infime de saccharose ; le climat et la terre ne pouvaient donner de bons résultats ; les vastes établissements fondés ne fonctionnèrent jamais, et les capitaux furent perdus ; il fallut recourir aux champs de Cuba. Cependant le commerce américain n'avait pas perdu tout espoir de tirer de son sol la matière première de l'industrie sucrière ; dès ce moment la guerre hispano-américaine qui vient de se terminer était dans les idées nationales ; on sait que la popu-

lation cubaine était en révolte presque permanente contre l'autorité espagnole; les insurgés reçurent le mot d'ordre de New-York, il fallait ruiner la culture des cannes à Cuba ; aussi, soutenus en dessous par les Américains, apportèrent-ils au travail des champs et de l'usine toutes les entraves qu'ils pouvaient ; cependant la crise passait à l'état aigu ; les insurgés reçurent l'ordre des Américains de détruire les champs de cannes ; on vit alors des scènes de désolation dans tout le pays ; l'incendie ruinait les récoltes, et avec elles la richesse du pays. Quand les Américains jugèrent l'Espagne assez affaiblie et leurs forces suffisantes, ils entrèrent résolument dans la période de guerre déclarée, et, jetant le masque, se battirent ouvertement ; dès lors la tactique changea immédiatement du côté des insurgés ; avant la déclaration de guerre ils détruisaient tout ; après, ils protégeaient les champs de cannes qui devaient, après la prise de Cuba, former une des richesses de l'Amérique. La guerre est actuellement terminée ; au lieu de payer les produits du champ, les Américains ont pris le champ lui-même, et cette victoire de l'Amérique sur l'Espagne n'est que le sanglant corollaire de la défaite pacifique de la betterave américaine par la canne espagnole. Une fois de plus, la guerre n'a été qu'une lutte d'intérêts commerciaux.

On conçoit quel formidable courant commer-

cial entraînent les transactions sucrières ; la France reçoit peu de l'étranger, 40,000 tonnes environ, et elle exporte 200,000 tonnes, soit en sucres bruts, soit en sucres raffinés ; les lois protectrices de ce commerce se sont succédé rapidement et seules nous ont permis de garder un rang honorable dans cette branche de l'industrie ; sans elles notre pays serait envahi par les produits allemands qui peuvent cultiver et fabriquer dans de meilleures conditions que les nôtres ; il y a peu de temps encore, les mélasses des sucreries allemandes prenaient le chemin de la France où elles étaient achetées par la distillerie ; une loi nouvelle a mis des barrières à cet envahissement.

Les graines de betteraves sont l'objet d'un commerce très actif et de mouvements d'importation et d'exportation ; mais depuis quelques années nous en recevons plus de l'étranger que nous ne lui en envoyons ; tandis que nous en faisions sortir environ trois millions de kilos des frontières pour un million et demi qui entrait, nous voyons maintenant les proportions renversées et nous n'envoyons qu'un million et demi de kilos pour trois millions que nous recevons ; de ce côté, la France s'est laissé dépasser par sa terrible concurrente l'Allemagne.

CHAPITRE V

Le Prix du Sucre.

Ceux que le prix du sucre doit rémunérer. — Cultivateurs et ouvriers. — Distillateurs. — Commerçants. — Ce que le sucre coûte au producteur. — Les dépenses du cultivateur. — Les bénéfices. — Les frais de fabrication. — Le budget d'une raffinerie. — Les dépenses en distillerie. — Le prix de l'alcool. — Le prix du sucre.

La formidable quantité de sucre produite ne peut être ainsi livrée à la consommation sans que se soient remués d'énormes capitaux, et sans que soit entrée en campagne une véritable armée des ouvriers du sucre. Nous avons sous les yeux le relevé de la saison sucrière de 1886-1887, où sont notés comme ayant travaillé dans les sucreries, pendant la période de défécation : 39,923 hommes, 4,921 femmes et 4,079 enfants, soit la population d'une ville comme Versailles; mais ces chiffres sont loin d'exprimer le nombre des ouvriers nécessaires pour produire le petit morceau rectangulaire qui servira à adoucir nos aliments, car il n'indique que les ouvriers employés dans les usines françaises ; mais c'est aussi un ouvrier du sucre, le nègre de l'ingénio qui cultive la canne sous le

ciel torride ; c'est aussi un ouvrier du sucre, ce paysan flamand qui va effectuant de profonds labours qui préparent la terre féconde ; et entre ceux-là, les plus humbles et non les moins utiles, et ceux qui, à la bourse de commerce, font les achats importants de la campagne sucrière, combien d'autres vont paraître qui sont aussi des travailleurs du sucre ?

Avant de paraître sur nos tables, le petit morceau de sucre a occupé et a fait vivre, par le bénéfice qu'il a procuré, le cultivateur de graines de betteraves, le fermier et son personnel ; l'usinier, le raffineur, le distillateur et leurs ouvriers ; les compagnies de chemins de fer et les compagnies de navigation ; le commerçant en gros et le commerçant en détail, et, de plus, toutes les industries dont le sucre est la matière première, et que nous ne rappelons ici que pour mémoire : le confiseur, le chocolatier, le confiturier, le fabricant de dragées ; cette fabrication du sucre fait travailler indirectement les mécaniciens, qui construisent les admirables appareils de distillerie, de sucrerie et de raffinerie ; ceux qui fabriquent le noir animal, la chaux, l'acide sulfurique, etc. ; l'humble ouvrier des champs et celui de l'usine ont passé du temps pour obtenir ce produit devenu si vulgaire ; mais le savant a pâli aussi pour découvrir quelque procédé qui permettra de produire à meilleur marché cette indispensable denrée. Il ne nous est pas possible

d'évaluer le nombre de ceux qui vivent ainsi, directement ou indirectement, du sucre ; impossible aussi de faire connaître les capitaux remués pour ce seul produit, mais il nous intéressera de nous rendre compte des frais occasionnés par la culture et la fabrication.

Cette pièce de betteraves, qui semble la dernière parure verte des champs à la saison d'automne, est d'une étendue d'un hectare, et le fermier doit payer au propriétaire un fermage de 100 francs par hectare ; il donne à l'Etat 30 francs de contributions ; ses frais généraux s'élèvent à 50 francs ; 18 francs sont nécessaires pour faire faire un premier labour superficiel et le labour profond qui suivra coûtera 60 francs ; la préparation du sol et la semence demanderont un débours de 81 francs ; les roulage, binage, arrachage, 110 fr. ; si cet hectare donne 40,000 kilogr. de récolte il en coûtera 120 francs pour la charrier ; on mettra en terre 125 francs d'engrais et 150 francs de fumier. Pour un seul hectare il y aura eu ainsi 844 francs à payer ; mais voici venir la récolte ; elle a donné 40,000 kilogrammes, et la densité du jus a marqué à l'usine 7°,5 ; d'après les usages établis, les 1,000 kilogr. de betteraves seront payés 27 fr. 50 et les 40,000 kilogr. rapporteront 1,100 francs ; le cultivateur aura donc un bénéfice de 256 francs pour le récompenser de ses peines et de son argent aventuré au risque d'une mauvaise récolte.

Si nous voulions faire l'évaluation des frais et des gains des sucreries nous ne le pourrions pas, car les frais des usines diffèrent beaucoup suivant leur importance, suivant qu'elles peuvent utiliser les chutes d'eau ou sont obligées de produire la force nécessaire par la vapeur, etc. Deux choses seulement sont égales : le prix des betteraves et les salaires des ouvriers ; cette armée de plus de 40,000 ouvriers, qui travaille chaque année dans les sucreries, est payée suivant un taux à peu près fixe : les hommes reçoivent en moyenne 3 fr. 50 par jour, les femmes 1 fr. 90 et les enfants 1 fr. 70 ; malgré la modicité de ces salaires, si nous nous reportons au nombre, nous voyons que chaque journée de travail produit plus de 150,000 francs à la population ouvrière.

Quand le sucre est cristallisé et aggloméré en grains, il n'a pas encore revêtu sa forme de consommation ; d'autres appareils, d'autres capitaux, d'autres ouvriers vont intervenir pour le mettre en pains ; les frais de l'industrie de la raffinerie sont considérables, aussi n'existe-t-il guère que de grosses raffineries appartenant à de richissimes industriels. Une des raffineries de Marseille, qui n'est qu'une raffinerie d'importance moyenne, avait, en 1883, un budget de dépenses s'élevant pour l'année à 6,295,507 fr. ; elle dépensait 733,000 francs de charbon ; 910,000 francs d'emballages ; 190,000 francs de

camionnage ; 180,000 francs d'impôts et droits de douane ; plus d'un million et demi de salaires pour les ouvriers et plus de deux millions et demi d'approvisionnements, assurances, courtages et commissions.

Dans de telles industries les règles de la division du travail sont naturellement appliquées, de telle sorte qu'il y a en réalité plusieurs corps de métiers dans chaque raffinerie; les plus humbles ne sont pas toujours les moins nombreux, ni ceux qui font le moins parler d'eux : on se rappelle les bruyantes réclamations des casseuses de sucre de la raffinerie Lebaudy, qui se plaignaient de l'insuffisance de leur salaire ; si modique qu'il fût, il dépassait cependant celui du travailleur des champs ; sans doute les frais de culture sont énormes, mais le prix de la main-d'œuvre est inférieur au prix de la main-d'œuvre de l'usine ; la femme a un gain de 2 fr. 10 par jour ; il y a vingt ans elle ne gagnait que 1 fr. 80 et, en 1830, elle ne gagnait que 0 fr. 60. Ces prix peu élevés du commencement du siècle sont à peu près ceux payés en Allemagne de nos jours ; l'ouvrier des fabriques d'outre-Rhin n'est guère plus favorisé que son frère des champs, et il faut voir dans ce fait économique la grande raison de notre impuissance à lutter contre le commerce allemand en général. Parmi les autres motifs de notre infériorité industrielle du moment, il faut noter

l'excès du tarif de nos transports. En ce qui concerne le sucre, les transports ont une grande importance. Nous venons de voir, pour une raffinerie moyenne, 190,000 francs consacrés au camionnage ; mais les transports les plus importants sont effectués par les voies ferrées et par la voie maritime. Les voies ferrées transportent, pendant la campagne sucrière, d'énormes quantités de betteraves ; dans les gares qui desservent les sucreries, on voit de longues files de wagons remplis des racines dirigées sur l'usine, tandis que d'autres sont chargées de la pulpe qu'emporte l'agriculteur pour ses bestiaux. De l'usine à la raffinerie, c'est encore la voie ferrée qui est le chemin suivi par les sucres bruts ; une fois raffiné, le sucre prend encore le chemin de fer pour emplir les magasins des épiciers en gros ou en détail et ceux des industriels, chocolatiers ou confiseurs, qui l'emploient.

Tandis que nos sucreries ne travaillent guère que quatre mois de l'année, la raffinerie n'arrête pas ses travaux, aussi reçoit-elle des wagons de sucre venu d'Allemagne, ou des navires chargés du sucre de canne de nos colonies : le sucre est un fret très recherché des armateurs ; il faut, pour que l'équilibre d'un navire soit convenablement assuré, un certain poids de fret lourd, et le commerce maritime transporte beaucoup d'objets légers ; le sucre constitue du fret lourd, très recherché des armateurs.

Les intérêts particuliers se colorent souvent du prétexte d'intérêts généraux et dans cette question du fret, on peut voir une fois de plus le fait reproduit. La Compagnie transatlantique subventionnée par l'Etat ne faisait pas autrefois d'escale aux Antilles; un jour vint où l'Israélite mis à la tête de cette Compagnie, ainsi qu'on a coutume de le faire pour tout ce qui est important en France, un jour vint, dis-je, où cet Israélite fonda aux Antilles d'importantes sucreries; dès lors il obtint de faire escale aux Antilles; il chargeait les navires de la Compagnie avec le sucre de ses usines trouvant ainsi un avantage pour sa fabrication et pour ses transports.

Nous voyons donc qu'à l'armée des travailleurs du sucre nous devons joindre un régiment d'employés de chemins de fer et un équipage de la flotte commerciale.

Nous avons fini d'énumérer les travailleurs des industries qui font le sucre, mais nous ne croyons pas sortir du cadre que nous nous sommes tracé en disant quelques mots de ceux qui l'emploient. A côté de toutes les petites ou grosses industries qui emploient le sucre sortant des usines ou des raffineries, telles que la confiserie, la chocolaterie, etc., il existe les industries qui emploient le sucre encore inclus dans les végétaux, ou celui des mélasses; nous voulons parler des distilleries : près de cinq cents distilleries fonctionnent en France, sans compter les appa-

reils des bouilleurs de cru, si nombreux ; tous les employés de ces usines travaillent donc le sucre, non pour l'extraire, mais pour le transformer ; suivant la matière première travaillée, elles occupent plus ou moins d'ouvriers ; tandis que la fabrication d'un hectolitre d'alcool de maïs n'occupe l'ouvrier que pendant une demi-journée, celle d'un hectolitre d'alcool de betteraves demande quatre jours de travail à ce même ouvrier ; les 312 kilogr. de mélasse nécessaires pour faire un hectolitre d'alcool, réclament un temps un peu moindre. L'alcool se distille et se rectifie donc en abondance sur tous les points de notre territoire ; il ruisselle, pourrait-on dire, de tous côtés, et jamais cette denrée ne fut moins chère : l'alcool de betterave revient à 31 francs l'hectolitre et celui de mélasse à 29 fr. 46 ; le cours moyen des alcools pendant l'année 1895 a été de 31 fr. 15, soit un peu plus de six sous le litre : ce sont ces produits, mélangés de moitié d'eau, qui sont débités par petits verres chez les marchands de vins, quand ils ont été additionnés d'une matière colorante ; ainsi donc le litre de goutte revient industriellement à trois sous ! Mais l'Etat perçoit sur l'alcool un formidable impôt ; rien de plus juste, sauf quand on l'emploie aux usages industriels, car la consommation déjà énorme de ces alcools augmenterait encore si, les impositions levées, le prix diminuait.

Toute la foule des travailleurs du sucre et l'impôt considérable perçu par l'Etat sur cette denrée, doivent être payés par le prix du sucre vendu au consommateur ; pour payer tout ce monde, nous le paierons donc bien cher, cet humble morceau de sucre ; allons-nous être obligés, comme au grand siècle, de faire rétrécir l'entrée des sucriers pour obliger nos invités à la discrétion dans l'emploi d'un produit cher ; allons-nous, comme dans certains pays pauvres, suspendre un morceau de sucre candi à une ficelle et faire tremper quelques instants seulement ce morceau dans notre café brûlant ? Non, nous paierons tous les frais moyennant 1 fr. 10 le kilogr., c'est-à-dire que les deux morceaux de sucre mis dans notre café du matin représentent la somme de deux centimes ; dans les pays où il n'y a pas d'impositions sur le sucre, comme en Suisse, le prix de revient est diminué de la moitié ; on voit donc que l'Etat se réserve la part du lion

---

CHAPITRE VI

Régime des Sucres.

L'impôt sur le produit brut. — L'impôt sur la betterave et la loi de 1884. — L'abonnement. — Les résultats. — Loi sucrière allemande. — Primes d'exportation. — Loi de l'Autriche. — La forme des diffuseurs.

Dans le courant de ce petit volume nous avons vu souvent le progrès naître d'une législation sage ou au contraire rétrograder à la suite de mauvaises lois; nous expliquerons donc en quelques mots les lois qui régissent la production du sucre dans les principaux pays où on l'extrait; c'est l'ensemble de ces lois qui constitue *le régime des sucres.*

Quand le sucre commença à se répandre en Europe, il était une substance rare et chère et se trouvait monopolisé par les pharmaciens ; c'était un médicament fondamental des officines ; point d'apothicaire sans sucre ; le sucre candi a encore conservé cette réputation thérapeutique dans certains milieux où on le déclare souverain pour la toux ; plus tard le sucre de canne était seul consommé et venait en franchise de nos colonies ; mais quand naquit le sucre de betteraves, les

producteurs des colonies s'inquiétèrent; ils étaient puissants et dans le but non avoué mais certain d'étouffer l'industrie naissante on établit des droits sur le sucre indigène ; tout d'abord une modeste taxe de 10 francs par 100 kilos, puis en 1836. 16 francs et 25 francs en 1840. A chaque augmentation du taux de l'impôt correspondait un nouvel effort de l'industrie qui se développait au lieu de s'éteindre; aussi le nouveau sucre eut-il rapidement conquis droit de cité : les exigences d'un budget d'état sont insatiables et en 1840 on égalisa devant la loi le sucre colonial et le sucre indigène qui furent soumis chacun à la même taxe de 25 francs; cette taxe devait monter encore ; elle atteignit 54 francs redescendit à 30 et s'élevant progressivement ensuite atteignit 70 fr. 50 en 1884. C'était le moment de la plus grande production allemande ; le sucre allemand envahissait les marchés de l'étranger offert à des prix beaucoup plus bas que les nôtres ; les industriels pour continuer la lutte diminuaient le prix dont ils payaient les betteraves, et, ne trouvant plus dans leurs champs la rémunération suffisante, les agriculteurs du Nord et de l'Aisne ne renouvelaient pas leurs fermages et les terres demeuraient en jachère, sans que les bras des paysans voulussent les cultiver. Devant un tel état de choses les pouvoirs publics s'émurent; une commission fut composée qui entendit les plaintes des cultivateurs et des

fabricants de sucre ; des travaux de cette commission sortit la loi de 1884.

Cette loi de 1884 ne fut que la résultante de travaux commencés déjà depuis longtemps ; deux partis se trouvaient en présence dans les assemblées législatives : l'un fidèle aux traditions voulait conserver l'imposition ancienne ; l'autre plus actif, ami du progrès, réclamait le mode d'impôt sur la matière première ; un des plus ardents de cette opinion était Pouyer-Quertier, sorte de géant à la mimique expressive, à la parole brillante ; un jour il monte à la tribune pour réclamer l'imposition nouvelle et devant l'assemblée entière, au fur et à mesure que se déroulait son discours, il tirait de la poche droite un morceau de sucre noirâtre et mal raffiné, le montrait aux auditeurs, continuait ensuite son effet oratoire et tirait de la poche gauche un morceau du sucre le plus blanc et le plus appétissant ; d'une troisième poche sortait bientôt un troisième échantillon et c'est, entouré d'une pile de morceaux variés qu'il terminait sa démonstration dont la verve finissait par convaincre.

A partir de cette loi tout change ; la culture se modifie et fournit à l'usinier des racines chargées de saccharose ; ses travaux sont convenablement rémunérés ; les usines montent des appareils perfectionnés et obtiennent en rendement la presque totalité du sucre contenu dans les betteraves ; on extrait une partie du sucre des

mélasses ; on produit davantage et le prix du produit baisse pour le consommateur. Quelle fut donc cette loi merveilleuse de 1884 qui produisit tant d'heureux effets : ce ne fut, il faut le dire, qu'une imitation de la loi qui régissait l'Allemagne depuis déjà cinquante ans : cette loi de 1884 consista à modifier l'assiette de l'impôt, c'est-à-dire qu'au lieu de percevoir l'impôt sur le produit fabriqué, ainsi qu'on le faisait avant 1884, on le perçut sur la matière première employée, c'est-à-dire sur les betteraves. Dès le début on devait payer une certaine somme pour la tonne de betteraves entrant à l'usine et on avait calculé cette somme sur le rendement à 6 °/₀ de sucre ; si le fabricant tirait 7 ou 8 °/₀ de ses betteraves, c'était autant de bénéfice puisqu'ainsi 1 ou 2 °/₀ échappait à l'impôt. Dès lors le fabricant ne paya plus la betterave au poids ; il avait intérêt à avoir des betteraves riches et il en demanda aux cultivateurs ; il acheta ses betteraves à la densité, c'est-à-dire qu'il préleva des échantillons, analysa le jus et paya le sucre contenu dans le jus ; les cultivateurs qui n'avaient que des betteraves pauvres n'en retiraient qu'un prix dérisoire, aussi se hâtèrent-ils d'améliorer leurs cultures et arrivèrent-ils à des résultats que peu d'années auparavant ils avaient déclaré impossibles, n'ayant pas fait pour les obtenir les efforts nécessaires ; le progrès fut si rapide qu'en 1886-1887 les fabricants ont fait sur l'impôt une

économie de 92,077,278 francs, car une quantité de 36,44 °/₀ de la production avait échappé à l'impôt. En présence de tels résultats le Trésor éleva le taux du rendement d'une façon progressive, mais toujours le rendement réel a dépassé le rendement imposé.

Il existait pour l'application de cette loi de 1884 une difficulté pratique ; il fallait soumettre les sucreries à l'exercice ; elles y sont soumises. On appelle exercice le contrôle exercé par les agents de la régie dans une industrie ou dans un commerce. Pour la fabrication du sucre l'exercice est ainsi assuré : à l'entrée de chaque usine existe une salle particulière qui communique avec l'atelier de râpage ou de diffusion qui n'a pas d'autre issue. Dans une salle spéciale on a placé une bascule dont la flèche est sous les yeux d'un employé des contributions indirectes ; toutes les betteraves qui entrent dans l'usine sont donc pesées devant cet employé et payent pour leur poids. L'ensemble des poids constatés pour la campagne sucrière constitue la prise en charge de l'usine.

Quand il s'agit de sucre destiné au sucrage des vendanges, le taux de l'impôt perçu de la même manière est calculé pour 24 francs seulement pour 100 kilos de sucre raffiné.

Le sucre raffiné subit une petite surcharge d'impositions ; il paye quatre centimes par

100 kilos pour frais de surveillance, afin de pouvoir établir l'exercice des raffineries.

La loi de 1884 ne s'est pas contentée de donner un essor nouveau à notre industrie sucrière ; elle a cherché à la protéger contre l'envahissement de l'étranger ; déjà les sucres étrangers payaient 60 francs de droits de douane. En 1884 la loi établit une surtaxe de 7 francs ; les sucres payent donc 67 francs pour 100 kilos ; mais si nous nous reportons au tarif des douanes de 1892 nous aurons l'explication d'une anomalie bizarre que nous avons déjà rapportée dans le courant de ce livre : les confitures étrangères importées en France sont d'un prix moindre que les confitures fabriquées dans le pays même : c'est qu'en effet sur ce tarif les confitures ne portent que 10 francs de droits de douane.

Malgré la loi de 1884 nous sommes encore distancés par la concurrence allemande dans l'industrie du sucre : quelles sont donc les lois allemandes qui permettent une si grande prospérité de cette industrie ? Elles ont pour but principal de favoriser l'exportation de ce produit et ont créé les primes d'exportation ; par 100 kilos de sucre exporté l'Etat rembourse 10 fr. 50 ; or l'impôt est double en Allemagne ; il existe une taxe de fabrication de 1 franc par 100 kilos de betteraves (ce qui correspond à peu près à 8 fr. 40 pour 100 kilos de raffiné) et une taxe de consommation de 14 fr. 80 par 100 kilos de

raffiné. La taxe de consommation ne se paye que pour le sucre consommé à l'intérieur; le sucre destiné à l'exportation en est exempt et comme la prime payée par l'Etat est de 10 fr. 50, le fabricant qui n'a payé que 8 fr. 40 de taxe de fabrication se trouve donc non seulement exempté complètement d'impôt pour le sucre d'exportation, mais encore avantagé par l'Etat d'une somme de 2 fr. 10 par 100 kilos. Ainsi encouragée l'exportation allemande a fait d'énormes progrès.

En Autriche-Hongrie l'impôt se calcule sur le volume des appareils de diffusion; on calcule actuellement que la capacité d'un hectolitre peut contenir 46 kilos de betteraves fraîches et c'est d'après ces données que l'impôt est perçu; les efforts des industriels ont donc porté sur ce point spécial : faire entrer dans leurs appareils plus de 46 kilos par hectolitre ; ils y ont souvent réussi et le diffuseur Tischnowitzer économise rien que par sa forme 20 °/₀ de l'impôt aux contribuables.

A tous ces systèmes d'impôts celui de la France est préférable, car quel que soit le désir légitime de favoriser l'exportation d'un produit, il sera difficilement admis que l'esprit de justice accepte de faire payer un industriel par les fonds d'Etat pour favoriser son travail, ainsi que cela a lieu en Allemagne; quant au système de l'Autriche-Hongrie qui ne voit qu'il constitue

une véritable duperie pour l'Etat, car il ne récompense pas comme chez nous une meilleure culture ou un procédé plus habile d'extraction, mais seulement un procédé permettant de tasser dans les appareils plus ou moins de cossettes ; les progrès de l'industrie ne peuvent être en rien avancés par cette manière de faire. Néanmoins c'est encore une forme de l'impôt sur la betterave, tendant par conséquent à l'amélioration de la matière première.

L'Espagne aussi perçoit l'impôt sur la quantité de betteraves mises en œuvre mais c'est la production sucrière de ses colonies qui est, qui était, doit-on dire, seule importante.

En Belgique, en Hollande et en Italie nous voyons un autre système d'impôt s'établir ; c'est l'impôt sur le jus ; au lieu de peser les betteraves et de leur assigner une certaine teneur saccharine, on jauge les bacs contenant le jus et on calcule sur une teneur déterminée en sucre ; l'impôt sur le jus avait été fortement soutenu en France par certains membres de la commission de 1884, mais la difficulté de son applieation l'avait fait écarter. Enfin la Russie paraît avoir seule gardé notre ancien mode de perception de l'impôt sur le sucre produit.

On voit donc qu'en Europe trois modes différents d'impôts sont partagés suivant les différents pays. Seule la Russie a conservé le mode de perception qui existait chez nous avant 1884

et nul doute que, si elle suivait les autres nations dans les modifications de l'assiette de l'impôt, sa production ne vienne à s'en ressentir avantageusement. L'impôt sur le jus qui offre des difficultés pratiques et paraît faciliter la fraude est néanmoins adopté par le groupe formé par la Belgique, la Hollande et l'Italie. Enfin l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la France et l'Espagne ont adopté l'impôt sur la betterave, mais les trois premières nations diffèrent sensiblement dans la façon de l'appliquer et il semblera aux yeux les moins prévenus que la France est celle qui a le mieux résolu les intérêts du commerce et de l'industrie, en respectant les idées de justice et en sauvegardant les droits du Trésor.

TABLE DES MATIÈRES

DEUXIÈME PARTIE

Le Sucre de Betterave.

TROISIÈME PARTIE

Les Déchets du Sucre.

QUATRIEME PARTIE

Le Pain de Sucre.

Abbeville. — Imprimerie C. PAILLART.

